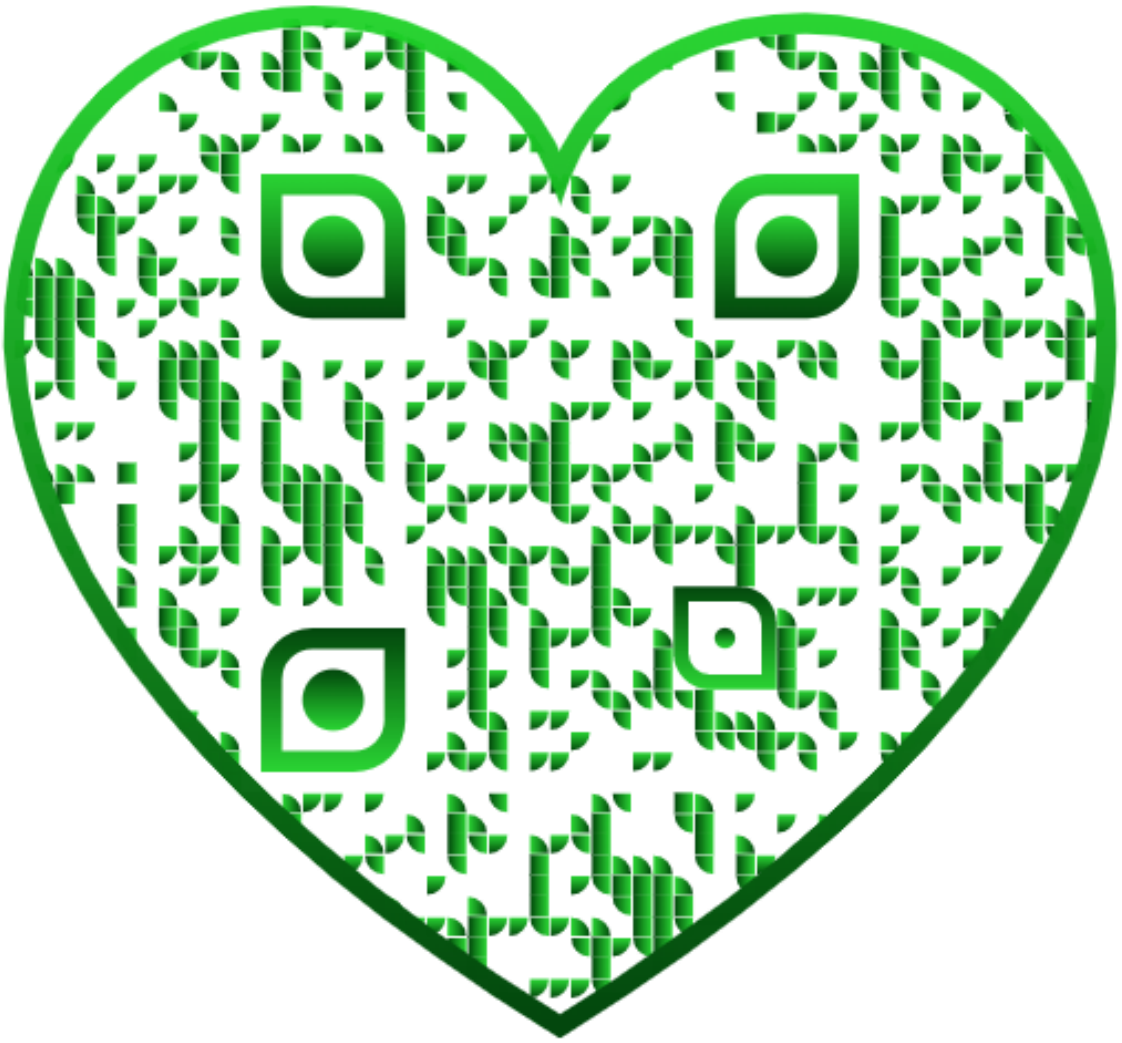
CLAUDE PRÊCHEUR

MAÇONNERIE PRATIQUE

EYROLLES

SHOUT
SHARE
IT



CLAUDE PRÊCHEUR

MAÇONNERIE PRATIQUE

BASES, MÉTHODE ET PROJETS À RÉALISER SOI-MÊME

Devenez un bon maçon !

Complet, clair et très illustré, ce manuel met à la portée des bricoleurs le savoir et le savoir-faire d'un professionnel qui a enseigné son métier à plusieurs générations d'apprentis.

Méthodiquement présentées, on y trouvera toutes les informations indispensables à la mise en œuvre d'une opération personnelle de construction, depuis la création d'une terrasse ou d'un mur de clôture jusqu'à l'extension d'une maison ou encore la transformation d'un bâtiment agricole en habitation.

Choisis à l'échelon d'une maison individuelle, les nombreux exemples sont toujours accompagnés de schémas détaillés décomposant pas à pas chaque étape.

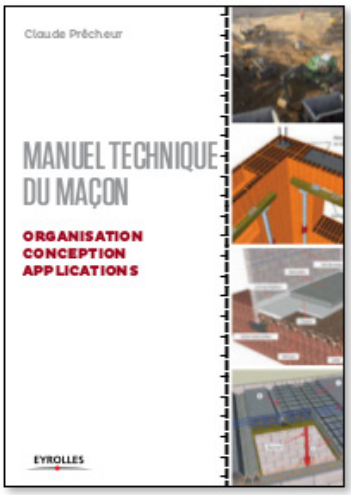
Ancien chef de chantier devenu formateur diplômé, Claude Prêcheur a exercé pendant 40 ans le métier de maçon avant de formaliser ses connaissances, d'abord à l'usage des apprentis puis, avec ce tout nouveau manuel, à l'attention de tous ceux qui souhaitent se lancer individuellement dans une opération de maçonnerie, qu'elle soit élémentaire ou de grande envergure mais toujours à l'échelon de la maison individuelle.

SOMMAIRE

1 Outillage • Mesure et traçage • Outils de maçon et de coffreur • **2 Formalités administratives** • Certificat d'urbanisme • Permis de construire • Déclaration préalable de travaux • **3 Notions de surfaces et de limites** • Surface de plancher • Emprise au sol • Limite séparative • **4 Mortier et béton** • Composants du béton • Gâchage du béton • Béton armé • Armature d'une construction en blocs béton • Mise en œuvre, coulage, tirage, vibration et séchage du béton • **5 Maçonnerie de blocs béton** • Découpe d'un bloc • Joints • Pose • Plombage • Alignement • Chaînage d'angle • **6 Coffrage traditionnel** • Bases • Bon usage des outils • Poteau en béton armé • Coffrage d'une poutre • Coffrage d'un linteau cintré • **7 Murs** • Mur de clôture • Implantation • Fondation • Maçonnerie • Arases et chaînage horizontal • Redans • Pilier de clôture isolé • Murs : de soutènement ; en blocs à bancher ; en blocs béton creux ; composite pierre et béton ; en pierre • **8 Allées et terrasses** • Implantation et fondations • Dalle • Plots et guides • Tirage • Talochage • Emmarchement • Chape rapportée • Plots et chemins • Bordures • Pavage et dallettes béton • **9 Extension de bâtiment** • Projet • Traçage de parallèles et d'un équerrage • Haut de murs et pignon • Appui de fenêtre, seuil et porte • Caniveau à grille • Conduit et souche de cheminée • Fissures de l'enduit • Remèdes • **10 Réhabilitation d'une grange** • Ouvertures • Dépose d'un linteau bois • Réseaux enterrés • Canalisations • Assainissement • Drainage et étanchéité • Plancher d'étage • Escalier droit • Rejointoiement d'un mur en pierre • **Lexique** • **Index**

www.editions-eyrolles.com

DU MÊME AUTEUR



Pour aller plus loin, l'ouvrage de référence de l'enseignement technique et professionnel
Manuel technique du maçon, 2e éd. 2019
– Volume 1 : *Organisation, conception, applications*, 304 p.
– Volume 2 : *Matériaux, outils, techniques*, 304 p.

« Une vraie bible ! Pour ceux qui souhaitent se lancer dans les travaux de gros œuvre, ces deux ouvrages se rendront vite indispensables. Gestes, outils, matériaux ou réglementation sont passés au crible » ***Système D***

« Cet ouvrage exhaustif en deux volumes regroupe en termes précis et clairs tout ce qu'un professionnel doit savoir » ***Le Moniteur***

« Par un maçon soucieux de partager son expérience et de transmettre ses connaissances, un livre écrit pour les maçons » ***Bricomag***

« Richement illustrés de photos et de schémas, complétés de conseils pratiques ces deux livres présentent ce qui est nécessaire à l'exercice du métier de maçon » ***Bétons***

« Le travail du maçon décrypté dans deux volumes explicatifs. Traitant le sujet dans sa globalité, ce manuel s'adresse aussi bien aux apprenants qu'à leurs formateurs ou aux artisans et cadres de la construction » ***Batiweb***

« Deux ouvrages indispensables » ***Zepros Bâti***

ÉGALEMENT AUX ÉDITIONS EYROLLES

...ET, EN VENTE DANS TOUTES LES LIBRAIRIES,
DES DIZAINES DE LIVRES TECHNIQUES
À L'USAGE DES BRICOLEURS
COMME DES PROFESSIONNELS

Claude Prêcheur

MAÇONNERIE PRATIQUE

Bases, méthode et projets à réaliser soi-même

EYROLLES

ÉDITIONS EYROLLES
61, bd Saint-Germain
75240 Paris Cedex 05
www.editions-eyrolles.com

Du même auteur chez le même éditeur

Manuel technique du maçon, 2e éd. 2019
– *Volume 1 : Organisation, conception, applications*, 304 p.
– *Volume 2 : Matériaux, outils, techniques*, 304 p.

Aux termes du Code de la propriété intellectuelle, toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle de la présente publication, faite par quelque procédé que ce soit (reprographie, microfilmage, scannérisation, numérisation...) sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite et constitue une contrefaçon sanctionnée par les articles L.335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. L'autorisation d'effectuer des reproductions par reprographie doit être obtenue auprès du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC) – 20, rue des Grands-Augustins – 75006 Paris.

© Éditions Eyrolles, 2018 pour la présente édition
ISBN : 978-2-212-67676-1

SOMMAIRE

PREMIÈRE PARTIE – GÉNÉRALITÉS

1 Outillage ■ 11

2 Formalités administratives ■ 17

3 Notions de surfaces et limites ■ 21

DEUXIÈME PARTIE – BASES DE LA MAÇONNERIE

4 Mortier et béton ■ 25

5 Maçonnerie de blocs béton ■ 47

6 Coffrage traditionnel ■ 59

TROISIÈME PARTIE – AMÉNAGEMENTS EXTÉRIEURS

7 Murs ■ 89

8 Allées et terrasses ■ 139

QUATRIÈME PARTIE – EXTENSION ET RÉNOVATION

9 Extension de bâtiment ■ 177

10 Réhabilitation d'une grange ■ 209

Lexique ■ 275

Index ■ 281

TABLE DES MATIÈRES

PREMIÈRE PARTIE – GÉNÉRALITÉS

1 Outillage

Outils de mesure et de traçage ■ 11
Outils de maçon et de coffreur ■ 13

2 Formalités administratives

Certificat d'urbanisme ■ 17
Permis de construire ■ 17
Déclaration préalable de travaux ■ 18
Affichage de l'autorisation d'urbanisme ■ 18

3 Notions de surfaces et limites

Surface de plancher ■ 21
Emprise au sol ■ 22
Limite séparative ■ 22

DEUXIÈME PARTIE – BASES DE LA MAÇONNERIE

4 Mortier et béton

Composants du béton ■ 25
- Eau ■ 25
- Granulats ■ 26
- Ciment ■ 26

Gâchage du béton ou mortier ■ 27
- Gâcher à la main ■ 27
- Gâcher à la bétonnière ■ 28

Béton armé ■ 30
- Contraintes mécaniques ■ 30
- Liaison acier-béton ■ 33
- Armature de la construction en blocs de béton ■ 38

Mise en œuvre du béton ■ 44
- Coulage ■ 44
- Tirage ■ 44
- Vibration ■ 45
- Séchage ■ 45

5 Maçonnerie de blocs béton

Principe de mise en œuvre ■ 47
Découpe d'un bloc ■ 48
Joint horizontal ■ 49
Joint vertical ■ 51
Pose d'un bloc ■ 51
- Pose des blocs de tête ■ 53
- Plombage du bloc de tête ■ 53
- Pose d'un bloc coupé en tête ■ 55

Alignement ■ 56
Chaînage d'angle ■ 58

6 Coffrage traditionnel

Bases du coffrage traditionnel ■ 59
Bois de coffrage ■ 60
Choix des bois ■ 60
Stockage ■ 61
Résistance ■ 61
Du bon usage des outils ■ 63
Marteau de coffreur ■ 63
Scie ■ 63
Pointes ■ 66
Coffrage extérieur ou intérieur ■ 69
Coffrage extérieur ■ 70
Coffrage intérieur ■ 70
Poteau en BA ■ 73
Talonnette ■ 74
Préparation du coffrage ■ 75
Mise en place ■ 77
Coulage du poteau ■ 79
Coffrage d'une poutre ■ 80
Coffrage d'un linteau cintré ■ 82
Traçage d'un linteau en arc surbaissé ■ 83
Préparation du coffrage ■ 84
Coulage de l'arc ■ 86

TROISIÈME PARTIE – AMÉNAGEMENTS EXTÉRIEURS

7 Murs

Mur de clôture ■ 89
Implantation ■ 89
Fondation ■ 90
Maçonnerie ■ 93
Arases et chaînage horizontal ■ 96
Redans ■ 98
Pilier de clôture isolé ■ 99
Enduit ■ 103
Couronnement ■ 111
Mur de soutènement ■ 116
Mur en blocs à bancher ■ 116
Mur en blocs béton creux ■ 125
Mur composite pierre et béton ■ 126
Mur en pierre ■ 128
Notions de base ■ 128
Règles de l'art ■ 130
Mise en œuvre ■ 131
Ouvrages particuliers ■ 134

8 Allées et terrasses

Implantation et fondations ■ 139
- Implantation des ouvrages ■ 140
- Fondations ■ 140

Dalle de terrasse ■ 144
- Plots et guides ■ 145
- Tirage ■ 148
- Talochage ■ 149

Emmarchement ■ 150

Chape rapportée ■ 155
- Préparation du support ■ 156
- Plots et chemins ■ 158
- Tirage ■ 159
- Talochage ■ 161

Bordures ■ 162
- Implantation aux nivelettes ■ 162
- Pose de bordures ■ 166
- Mise en œuvre d'arrondis ■ 168

Pavage et dallettes béton ■ 170
- Préparation du lit de sable ■ 170
- Pose de pavés ■ 171
- Pose de dallettes ■ 173

QUATRIÈME PARTIE – EXTENSION ET RÉNOVATION

9 Extension de bâtiment

Projet ■ 177

Implantation ■ 178
- Traçage de parallèles ■ 178
- Traçage d'un équerrage ■ 180

Terrassement et fondations ■ 181

Dalle ■ 183

Murs ■ 184

Linteaux ■ 186

Haut de murs et pignon ■ 188

Appui de fenêtre, seuil et porte ■ 194
- Appui de fenêtre ■ 194
- Seuil de baie ■ 199
- Caniveau à grille ■ 200
- Porte de communication ■ 201

Conduit et souche de cheminée ■ 203
- Conduit en boisseaux ■ 204
- Souche ■ 206

Fissures de l'enduit ■ 207
- Identification des fissures ■ 207
- Remèdes ■ 208

10 Réhabilitation d'une grange

Ouvertures ■ 209
- Création d'une ouverture ■ 209
- Dépose d'un linteau bois ■ 225

Réseaux enterrés ■ 228
- Canalisations ■ 228
- Assainissement ■ 230
- Regards ■ 233
- Drainage et étanchéité ■ 234
- Fouilles des réseaux ■ 237

Démolition de cloisons intérieures ■ 240
Dallage ■ 244
Plancher d'étage ■ 247
- Plancher à poutrelles et hourdis ■ 247
- Dalle en béton allégé ■ 256
- Ouverture d'une trémie ■ 258

Escalier droit ■ 262
- Principe de réalisation ■ 262
- Exemple d'escalier droit ■ 267

Rejointoiement d'un mur en pierre ■ 272

Lexique ■ 275

Index ■ 281

PRÉAMBULE

Observer les abords et les murs de clôture de nombreuses maisons impose un constat : beaucoup de malfaçons sont apparentes ; certaines surviennent très rapidement après les travaux.

Il s'avère que, souvent, les propriétaires exécutent eux-mêmes ces travaux pour des raisons financières. Or ils n'ont généralement aucune connaissance du métier et peuvent être mal conseillés.

Comme dans toute profession pourtant, le métier de maçon exige une compétence pointue, tant en termes de connaissances que de soin apporté à la mise en œuvre. À défaut de cette compétence, les ouvrages réalisés seront probablement défectueux.

Aujourd'hui, nombreux sont celles et ceux qui se lancent dans la rénovation de leur habitation ou la réalisation d'aménagements extérieurs soit pour une question de coût, soit parce que ces travaux, parfois de faible ampleur, n'intéressent pas les entreprises, ou encore simplement par goût personnel. Pour autant, l'investissement n'est pas négligeable ; quant à la qualité de mise en œuvre, elle est garante de la longévité de ces ouvrages.

Les bases élémentaires de la maçonnerie sont exposées dans ce guide. En vue de mettre en œuvre des aménagements intérieurs ou extérieurs dans les règles de l'art, le lecteur pourra y acquérir le minimum de compréhension nécessaire à l'exercice de ce métier.

En effet, avec quelques bons conseils, du bon sens, de la volonté, des outils adéquats et un goût suffisant pour les travaux manuels, maîtriser les petits travaux de construction est à la portée de chacun. Le plus délicat réside dans l'étude précise de l'ouvrage envisagé. Nous voudrions que les explications et les conseils réunis dans ce manuel participent ainsi à la revalorisation du métier de maçon.

PREMIÈRE PARTIE

GÉNÉRALITÉS

OUTILLAGE

1

Du petit outillage et du matériel spécifique sont nécessaires pour tout travail de maçonnerie. Un bon outillage facilitera la précision et la bonne réalisation des ouvrages.

L'utilisation de cet outillage sera vue au fil de l'ouvrage.

Deux grandes catégories d'outils peuvent être distinguées.

Outils de mesure et de traçage

Mesurer et tracer sont en construction des actions courantes et indispensables, aussi il est important d'être suffisamment équipé, et avec un matériel fiable.

1 - Mètre et crayons
2 - Équerre
3 - Traceur et sa poudre bleue
4 - Règle aluminium
5 - Niveau à bulle
6 - Fil à plomb
7 - Fil à plomb d'axe
8 - Double décamètre
9 - Niveau laser (éventuellement nécessaire pour les travaux d'une certaine ampleur)
10 - Lunette de chantier

Important

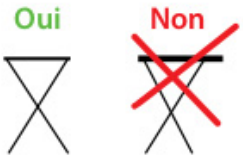
Les mines des crayons doivent être taillées régulièrement afin d'obtenir le tracé le plus précis possible. Le trait ne doit pas excéder 1 mm, voire être plus fin encore dans le cas d'un coffrage précis.

Les traits doivent être repérés pour être retrouvés facilement.

Le crayon de charpentier, rouge, sert au traçage sur bois. Le vert, à mine dure, trace sur la pierre et le béton.

Pour le tracé d'un repère de verticalité à l'aide du fil à plomb d'axe, le trait de repère sera bien entendu dessiné dans le sens du cordeau, passant parfaitement par la pointe du fil à plomb.

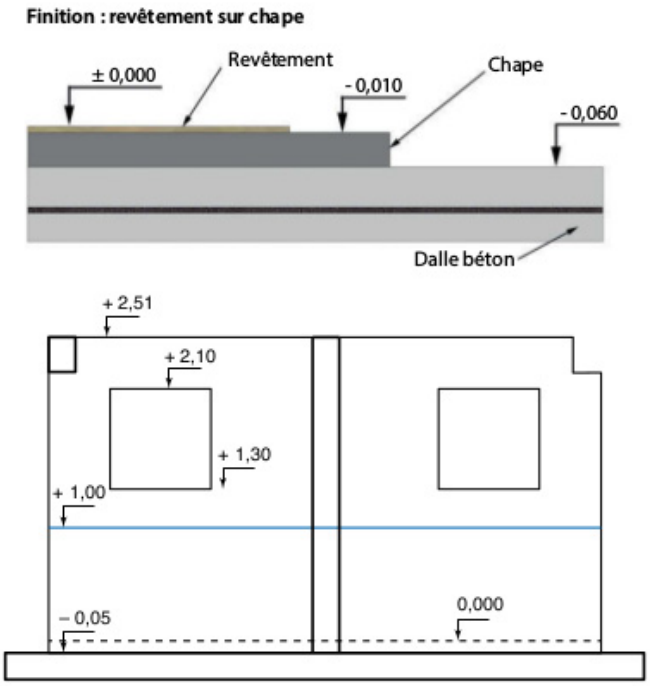
Un trait fin est dessiné et repéré d'une croix sur l'un de ses côtés.



Trait de référence de 1 m

Sur les plans d'architecte, les cotes d'altitude ou cotes de niveau sont données en positif ou négatif par rapport à un point de référence, généralement le sol intérieur fini de la construction à son niveau rez-de-chaussée.

Ces cotes sont notées sur les plans dans un petit cercle et sur les coupes et façades par un système de flèche qui pointe le niveau concerné (voir exemples ci-dessous).

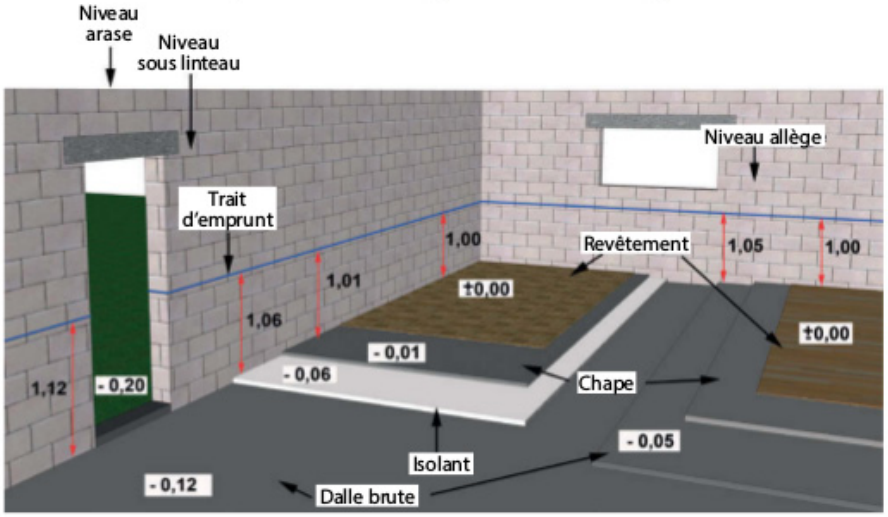


Afin d'avoir toujours la référence de niveau facilement accessible, il est d'usage de tracer sur les murs de la construction en cours un trait à une altitude de + 1,00 m par rapport niveau zéro de référence sur les plans (donc par rapport au sol fini, après revêtement, du niveau de rez-de-chaussée).

Ce trait de niveau (ou trait d'emprunt), généralement une ligne bleue, doit être reporté par le maçon sur tous les murs de chaque niveau, ainsi qu'à l'extérieur selon les besoins.

Sur le chantier, toutes les cotes supérieures au mètre se calculeront par rapport au trait d'emprunt de 1 m : pour + 1,5 m on mesurera 50 cm au-dessus du trait de niveau. De la même façon, toutes les cotes inférieures au mètre seront déduites : pour une dalle brute à – 0,05 m on mesurera 1,05 m en dessous du trait de niveau.

Exemple de cotations à partir du trait d'emprunt



Outils de maçon et de coffreur

Les bons outils coûtent cher mais leur qualité est gage de réussite. Un entretien soigneux les préservera pour de nombreuses années.

Le nettoyage des outils en contact avec le béton s'effectue après chaque utilisation car celui-ci est très difficile à supprimer après durcissement.

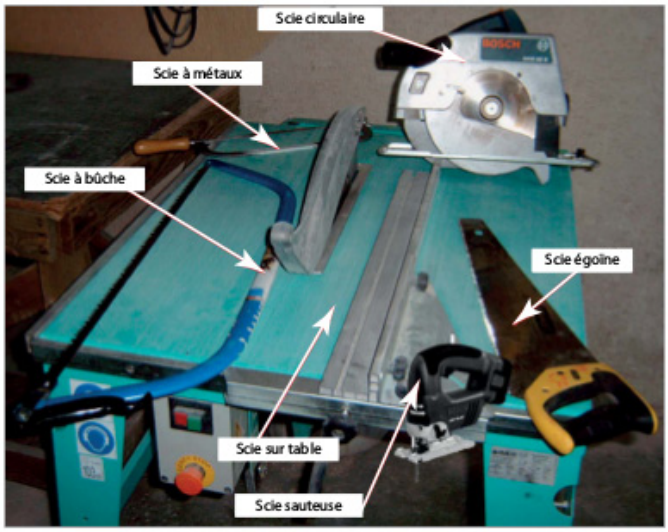
1 - Taloche
2 - Talochon
3 - Truelle
4 - Cordeau
5 - Martelet
6 - Massette
7 - Ciseau à brique
8 - Ciseau
9 - Pointerolles
10 - Langue de chat
11 - Fer à joint
12 - Fer à boudin (nez de marche)
13 - Patte à coulisse
14 - Brosse métallique
15 - Pince à ferrailler
16 - Griffe à ferrailler
17 - Marteau de coffreur
18 - Pied-de-biche arrache-clou
19 - Ceinture à outils
20 - Scie à bûche
21 - Scie égoïne

Du bon usage des scies

À chaque usage sa scie :

- *la scie à bûche est en général utilisée pour les planches, les chevrons et les bastings ;*
- *la scie égoïne sera pratique pour le contreplaqué ;*
- *la scie circulaire permet de découper de grandes surfaces de contreplaqué ;*
- *la scie à métaux est utile pour le PVC et le métal ;*
- *la scie sauteuse s'impose pour la découpe les arcs ;*
- *la scie sur table pourra déligner des largeurs spécifiques de planche ou contreplaqué.*

Certaines scies sont spécifiques au matériau : pour le béton cellulaire, la brique creuse.



À ce petit outillage s'ajoutent divers matériels, en particulier liés à la fabrication du mortier ou du béton.

Pour la fabrication, le transport et la mise en œuvre du béton ou mortier, il est indispensable d'être équipé du matériel suivant :

- une bétonnière d'une contenance d'au moins 100 litres de malaxage de béton ;
- une brouette suffisamment solide (supportant une charge de 130 kg) ;
- des seaux de maçon (10 litres) ;
- une auge à mortier (aussi appelée gamate) ;
- une ou plusieurs pelles ;
- un râteau à béton.

Pour le terrassement ou la démolition, une masse, une pioche, une bêche et une barre à mine (voire un marteau-piqueur) seront probablement nécessaires.

La mise en place des coffrages nécessite des serre-joints, étais et tiges filetées ; et le ferraillage un coupe-boulon pour couper les aciers.

Les échafaudages éventuels seront réalisés à l'aide de tréteaux, plateaux et garde-corps adaptés.

Le nettoyage du chantier est effectué grâce à un racloir et un balai de cantonnier.
S'ajoute à cela le matériel électroportatif éventuellement nécessaire : perforateur à percussion, visseuse, etc.

1 - Bétonnière
2 - Brouette
3 - Seau
4 - Auge
5 - Pioche
6 - Racloir
7 - Pelle
8 - Étai
9 - Serre-joint
10 - Tige de serrage
11 - Barre à mine
12 - Tréteau
12 - Tréteau
13 - Masse
14 - Balai de cantonnier
15 - Cisaille (coupe boulon)
16 - Râteaux

FORMALITÉS ADMINISTRATIVES

2

En amont de tout projet de travaux il faut s'assurer de respecter les règles d'urbanisme et procéder aux éventuelles démarches administratives de rigueur.

Certificat d'urbanisme

Le certificat d'urbanisme (CU) est de deux types : certificat d'information ou certificat opérationnel.

Le certificat d'information précise les règles d'urbanisme applicables au terrain concerné, les limitations administratives au droit de propriété (servitudes d'utilité publique, droit de préemption, protection dans le périmètre d'un monument historique…) et la liste des taxes et participations d'urbanisme. Ce type de certificat est utile par exemple dans le cas de l'achat d'un logement existant sans projet d'extension ou modification, afin d'être informé des règles en vigueur.

En amont du dépôt d'une demande de permis de construire, il est recommandé d'obtenir un certificat d'urbanisme opérationnel qui, outre les données du certificat d'information, atteste de la possibilité de construire sur le terrain concerné et précise les équipements publics, existants ou prévus, desservant le terrain (réseaux, voirie). Il faut, pour ce type de CU, préciser la destination du bâtiment et la surface de plancher envisagée.

Le formulaire de demande accompagné des pièces à fournir est déposé à la mairie dont dépend le terrain. L'administration dispose de 2 mois pour traiter la demande. Le certificat d'urbanisme est valable 18 mois à compter de la date de délivrance.

Permis de construire

Une fois les contours du projet suffisamment cernés, la demande de permis de construire (PC) peut être déposée en mairie, avant la péremption du CU et en respectant les conditions qui y sont éventuellement précisées.

Le permis de construire s'impose pour tous travaux de quelque ampleur (construction, certains agrandissements, certaines piscines, une dépendance de plus de 40 m²…), mais aussi par exemple pour un changement de destination du local s'il y a modification des structures porteuses. Une vérification auprès de la mairie permet de bien définir le cas de figure des travaux envisagés donc de préciser le formulaire adéquat ainsi que les pièces à fournir[1].

1 Entre autres, le cas échéant, l'attestation de prise en compte de la réglementation thermique.

Conception architecturale

Il est toujours profitable de faire appel à un architecte pour une conception avisée du bâtiment projeté même si, pour une surface de plancher inférieure ou égale à 150 m² (plafond modifié au 1er mars 2017) le recours à un architecte pour le projet de construction n'est pas obligatoire. (Nota : si l'agrandissement est modeste mais porte la surface totale à plus de 150 m², alors le recours à un architecte est obligatoire.)

Les CAUE[2] ont entre autres pour mission le conseil aux particuliers, aussi il ne faut pas hésiter à s'adresser à eux.

La durée d'instruction de la demande de permis de construire est de 2 mois (contre 1 mois pour une déclaration de travaux). Le permis de construire est d'une validité de 3 ans (ce délai peut être prorogé de deux fois 1 an).

Permis de démolir

Dans le cas d'une démolition, même partielle, un permis de démolir peut être exigé, la déclaration est conjointe au PC si le projet comporte une construction.

Déclaration préalable de travaux

Si les travaux sont de moindre importance ils seront soumis à une déclaration préalable de travaux (DT), c'est notamment le cas pour une construction ou une extension comprise entre 5 et 20 m² de surface de plancher ou d'emprise au sol[3] ou encore la construction d'un mur d'une hauteur au-dessus du sol supérieure ou égale à 2 m. Là encore il est bon de se renseigner précisément auprès de la mairie afin d'entrer dans le cadre légal.

Les travaux non soumis à déclaration d'urbanisme (PC ou DT) peuvent de fait être réalisés en toute liberté.

Affichage de l'autorisation d'urbanisme

Dès réception de l'autorisation d'urbanisme (PC, DT), un affichage public doit être fait sur le terrain et pour toute la durée des travaux, au moyen du panneau de chantier.

À compter de cet affichage, un délai de 2 mois est accordé aux tiers pour contester la décision.

2 Conseil d'architecture, d'urbanisme et de l'environnement, organisme départemental investi d'une mission d'intérêt public.

3 Pour une extension, ce seuil atteint 40 m² si la construction est située dans une zone urbaine couverte par un plan local d'urbanisme (PLU) ou un plan d'occupation des sols (POS). De 20 à 40 m², un permis de construire est obligatoire si les travaux portent la surface totale de la construction à plus de 150 m² une fois les travaux achevés (ce qui nécessite de faire appel à un architecte).

Panneau de chantier

Les dimensions de ce panneau doivent être au minimum de 80 × 80 cm et il doit mentionner :

- *le nom du bénéficiaire et sa raison sociale ;*
- *le nom de l'architecte le cas échéant ;*
- *la date de délivrance et le numéro du permis ;*
- *la nature du projet ;*
- *la superficie du terrain ;*
- *le cas échéant la surface de plancher et l'éventuelle surface à démolir ;*
- *la hauteur de la construction ;*
- *la formule attestant du droit de recours des tiers ;*
- *l'adresse de la mairie où le dossier peut être consulté.*

NOTIONS DE SURFACES ET LIMITES

3

Surface de plancher

Depuis 2012 les notions de SHOB (surface hors œuvre brute) et SHON (surface hors œuvre nette) ont disparu au profit de la surface de plancher unique.

« La surface de plancher de la construction est égale à la somme des surfaces de plancher de chaque niveau clos et couvert, calculée à partir du nu intérieur des façades après déduction :

- des surfaces correspondant à l'épaisseur des murs entourant les embrasures des portes et fenêtres donnant sur l'extérieur ;
- des vides et trémies qui se rattachent aux escaliers et ascenseurs ;
- des surfaces de plancher d'une hauteur sous plafond inférieure ou égale à 1,80 m ;
- des surfaces de plancher aménagées en vue du stationnement des véhicules motorisés ou non, y compris les rampes d'accès et les aires de manœuvres ;
- des surfaces de plancher des combles non aménageables pour l'habitation ou pour des activités à caractère professionnel, artisanal, industriel ou commercial ;
- des surfaces de plancher des locaux techniques nécessaires au fonctionnement d'un groupe de bâtiments ou d'un immeuble autre qu'une maison individuelle, y compris les locaux de stockage des déchets ;
- des surfaces de plancher des caves ou des celliers, annexes des logements, dès lors que ces locaux sont desservis uniquement par une partie commune ;
- d'une surface égale à 10 % des surfaces de plancher affectées à l'habitation telles qu'elles résultent s'il y a lieu de l'application des points précédents, dès lors que les logements sont desservis par des parties communes intérieures. »[1]

À savoir

Les surfaces telles que les balcons, toitures-terrasses ou loggias n'étant pas closes et couvertes, elles ne sont pas prises en compte pour le calcul de la surface de plancher.

La différence essentielle avec les SHOB et SHON réside dans le calcul effectué à partir du nu intérieur des murs, c'est-à-dire sans prendre en compte l'épaisseur de ces murs. Cette mesure permet de ne pas défavoriser, à la fois en termes de surface constructible et de taxes, les constructions présentant des murs épais ; avec pour objectif d'encourager l'efficacité thermique des bâtiments, en particulier par une épaisseur d'isolant conséquente.

Surface taxable

Le calcul de la surface taxable (imposition) se fait sur la même base que pour la surface de plancher mais en déduisant seulement les vides et trémies et les surfaces de plancher sous une hauteur de plafond inférieure ou égale à 1,80 m.

1 Article R. 112-2 du code de l'urbanisme.

Emprise au sol

La surface de plancher se limitant aux surfaces closes et couvertes, la notion d'emprise au sol vient compléter le cadre administratif des constructions, entre autres afin de déterminer si un projet entre dans le cadre d'un PC ou d'une DT et si le recours à un architecte est ou non obligatoire.

Exemple

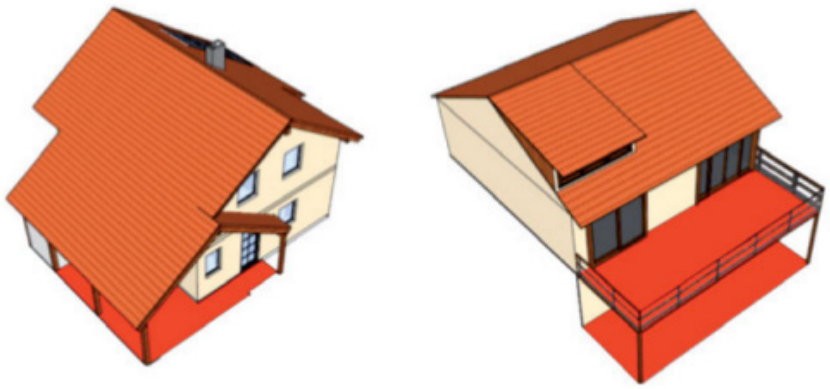
Un abri à voitures ouvert qui, jusqu'en 2012, créait de la SHOB et entrait donc en considération pour le recours au permis de construire ou à la déclaration préalable de travaux serait depuis totalement exonéré d'autorisation administrative. La prise en compte de l'emprise au sol de la construction permet donc à l'administration de conserver sa capacité d'autorisation ou d'interdiction pour ce type de constructions.

« L'emprise au sol […] est la projection verticale du volume de la construction, tous débords et surplombs inclus. Toutefois, les ornements tels que les éléments de modénature et les marquises sont exclus, ainsi que les débords de toiture lorsqu'ils ne sont pas soutenus par des poteaux ou des encorbellements. »[2]

Elle comprend donc la projection au sol des balcons, terrasses ou encore avancées de toiture soutenues par des éléments structurels.

Exemples d'emprise au sol différente de la surface de plancher

Les surfaces en rouge ne comptent pas dans la surface de plancher mais sont prises en compte dans l'emprise au sol.



Limite séparative

Une propriété foncière, ou parcelle, est cernée par des limites dites séparatives (ou parcellaires ou encore de propriété). Ces limites sont ou non matérialisées par un bornage effectué par un géomètre au vu du cadastre et des actes notariés. Seul un bornage du terrain fait totalement foi quant à la limite de propriété.

2 Article R. 420-1 du code de l'urbanisme.

Des éléments bâtis, anciens ou récents, ont pu être édifiés en limite et des végétaux peuvent aussi marquer la séparation. Toutefois, dans tous ces cas, l'implantation de ces éléments ne présage pas de la position exacte de la limite, seul un bornage pourra la vérifier. En effet, un mur peut avoir été édifié sur la limite, il est alors dit mitoyen (en copropriété pour les deux parcelles concernées). À l'inverse, il peut être partie intégrante de l'une ou l'autre des propriétés. Il en va de même pour une haie d'arbres par exemple.

Si un bornage est réalisé, les voisins peuvent s'entendre à l'amiable, en accord avec le géomètre, sur le passage exact de la limite (par exemple décider si une haie est ou non mitoyenne).

L'autorisation d'urbanisme peut permettre l'implantation du projet (construction ou clôture) en limite séparative, il est raisonnable toutefois de s'assurer en amont du consentement du voisinage, ne serait-ce que pour éviter un éventuel recours de la part d'un tiers. En outre, un voisin peut être disposé à partager les frais d'édification d'une clôture dans le cas où celle-ci serait mitoyenne.

Si une seule des parties souhaite édifier une clôture ou souhaite en conserver l'entière propriété, alors l'édification se fait en limite et non sur à cheval sur la limite.

Si un mur est édifié en limite, sa fondation même ne doit pas empiéter sur la propriété voisine.

Dans certains cas, la mise en œuvre d'une clôture peut être refusée par le service d'urbanisme (limitation de la visibilité sur un carrefour par exemple) ou par un règlement de copropriété. Un tel document peut aussi, à l'inverse, obliger à l'édification d'une clôture, tout comme l'injonction d'un voisin, par exemple pour contenir un chien (notion de « clôture forcée »).

Une déclaration préalable de travaux est généralement requise pour l'édification d'une clôture.

Mitoyenneté

L'article 653 du Code civil stipule que tout mur séparatif est présumé mitoyen si la preuve inverse n'est pas apportée. La mitoyenneté signifie la copropriété de l'ouvrage, non pas son appartenance pour moitié à chaque propriétaire.

Dans le cas d'un mur entre deux constructions, la mitoyenneté joue jusqu'à l'héberge c'est-à-dire la ligne ou s'arrête la construction la plus basse. Cependant le mur n'est pas mitoyen dans le cas d'une une pente unique à son sommet ou de tuiles ou corniches d'un seul côté ; le mur appartient alors au propriétaire côté pente, tuiles ou corniches.

La preuve de la non-mitoyenneté peut en particulier être apportée par mention au titre de propriété ou par prescription (par exemple si un seul des voisins entretient ou répare le mur durant un certain nombre d'années).

Il est possible sous certaines conditions d'acquérir la mitoyenneté, en revanche elle ne peut être imposée suite à une construction à titre privatif..

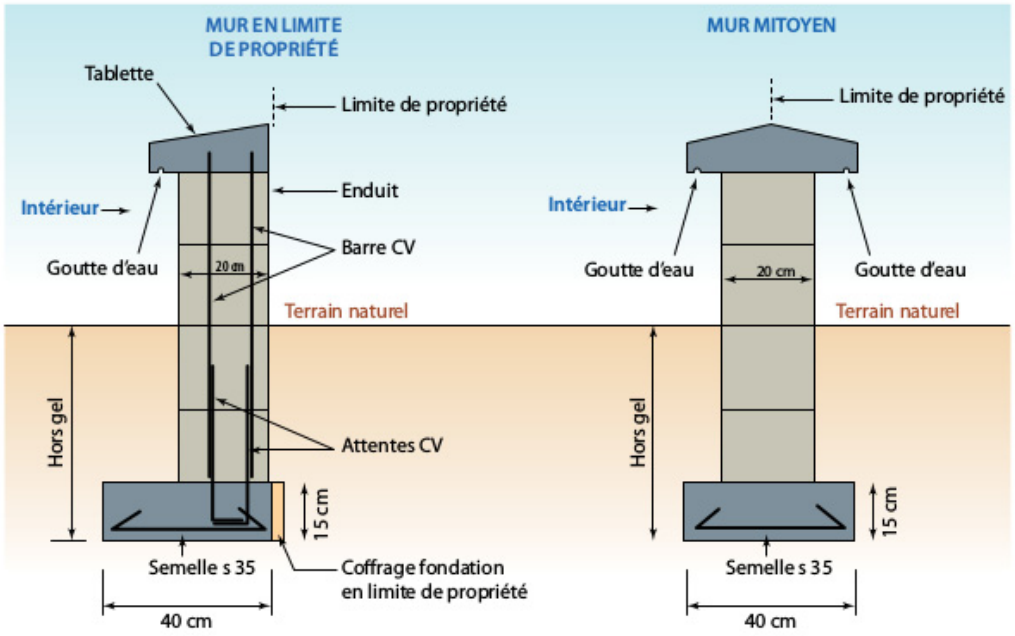
Exemple de clôture en bordure de route

La clôture est plus ou moins répandue selon les pays et leur culture. Elle répond essentiellement à un souhait de protection visuelle et à une nécessité de mise en sécurité (enfants, animaux).

Ici une clôture mixte, maçonnerie et bois, est doublée d'une haie qui filtre le regard

Coupes sur murs séparatifs

La mise en œuvre d'un mur privatif ou mitoyen diffère : toute partie d'un mur mitoyen s'arrête en limite de propriété (fondation, couronnement).



DEUXIÈME PARTIE

BASES DE LA MAÇONNERIE

MORTIER ET BÉTON

4

Le béton est l'un des matériaux les plus utilisés dans le monde.

Pour ce qui est de sa mise en œuvre, il est façonnable à volonté et à température ambiante. Il ne nécessite pas de cuisson. Il peut être coulé sur place ou préfabriqué.

Il est accessible à tous et présente une grande longévité.

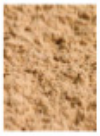
C'est un matériau bien adapté à la réglementation thermique car il peut apporter de l'inertie au bâtiment si l'isolant est placé à l'extérieur ou dans le cas de murs intérieurs de refend.

Bilan environnemental

Il est assez complexe de positionner les matériaux les uns par rapport aux autres au regard de leur bilan environnemental global, étant donné la multitude de facteurs entrant en jeu (type d'approvisionnement en matériaux naturels, procédé exact de fabrication, type de mise en œuvre donc performance technique et thermique du bâtiment, approvisionnement local ou non, etc.). Une étude précise des avantages et inconvénients du béton n'est pas l'objet de cet ouvrage.

Composants du béton

Le béton est composé de sable et gravier (regroupés sous le nom de granulats) et de ciment, le tout mélangé et mouillé avec de l'eau.


Sable

Gravier

Ciment

Eau

La préparation de ce mélange nécessite de respecter quelques règles et principes de base. Il ne s'effectue pas au hasard ou à la seule vue de l'aspect.

EAU

Le rôle de l'eau dans le béton est de permettre l'hydratation de la pâte du ciment, de mouiller les granulats et de favoriser la maniabilité (mise en œuvre) du béton.

Mais l'eau s'avère très néfaste pour la résistance du béton quand elle se trouve en trop grande quantité.

L'eau potable convient pour la fabrication du béton, elle ne nécessite aucun essai. Toutes les eaux de forage, de ruissellement, et les eaux recyclées doivent faire l'objet d'essais. Les eaux de mer et les eaux usées sont interdites pour tous les bétons.

Pour hydrater 100 kg de ciment, il suffit de 25 litres d'eau. Le rapport eau/liant (ciment) influe sur :

- la résistance mécanique ;
- la porosité ;
- le retrait.

Important

La quantité d'eau de gâchage est égale à environ le poids du ciment divisé par deux : pour 100 kg de ciment on compte 25 l pour l'hydratation du ciment et 25 l pour mouiller les granulats.

Une modification du dosage en eau par rapport à la quantité optimale a une incidence importante sur les résistances mécaniques. Dans notre exemple, l'ajout de 60 l au lieu de 50 l engendre 6 % de résistance en moins.

GRANULATS

Les granulats les plus utilisés dans la confection d'un béton ou d'un mortier sont les sables 0/5 et les graviers 5/15, 5/20 ou 5/25.

Granulométrie

La granulométrie est donnée en millimètres : lorsqu'on évoque un gravier de granulométrie 5/15, cela signifie que les éléments qui le constituent ont des dimensions comprises entre 5 et 15 mm.

Les granulats peuvent provenir d'un concassage (issus d'une carrière ou d'une réutilisation) – ils sont alors dits « concassés » – ou être alluvionnaires (issus d'un cours d'eau) – ils sont alors dits « roulés ». Ils ne doivent contenir ni terre ni argile pour une bonne adhérence du ciment.

Pour simplifier la commande des matériaux, il est possible de se procurer du mélange 0/15 ou 0/20 (sable et gravier), si ce dernier convient à l'usage envisagé (voir tableau 1). Ce mélange tout prêt est parfois appelé « paveur » ou « gravier paveur ». À défaut, il faut mélanger à la pelle les quantités nécessaires de sable et gravier en respectant les proportions indiquées selon les usages (voir tableau 1).

CIMENT

Le ciment est fabriqué à partir de produits naturels et constitué principalement de clinker, lui-même produit à base de 80 % de calcaire et 20 % d'argile.

Les ciments les plus utilisés pour les bétons ordinaires sont nommés CEM II. Ils sont assortis d'une classe de résistance : 32,5, 42,5 ou 52,5[1] ; et dotés d'une appellation : N pour prise normale, R pour prise rapide et L pour prise lente.

Ciment d'usage courant

Pour des travaux courants, le ciment CEM II 32,5 N est indiqué, en sacs de 25 ou 35 kg suivant la contenance de la bétonnière.

Gâchage du béton ou mortier

GÂCHER À LA MAIN

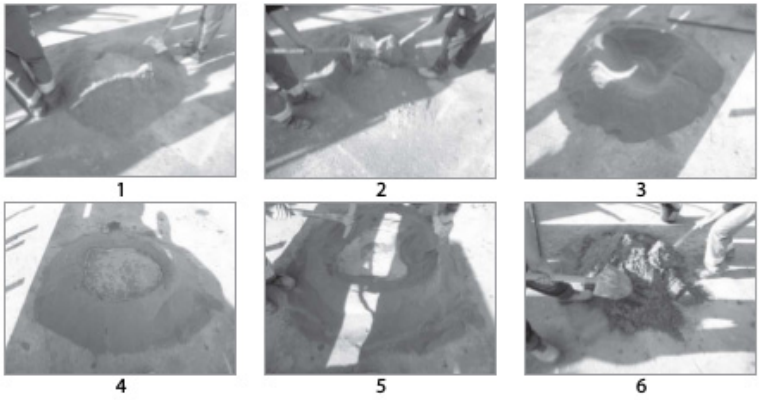
1. Préparer une aire de gâchage propre.
2. Déposer sur cette aire la quantité de granulats voulue et verser la quantité de ciment nécessaire (fig. 1).
3. Mélanger à l'aide d'une pelle le ciment aux granulats et déplacer le tas en le mélangeant deux ou trois fois à sec (fig. 2).
4. Creuser un cratère dans le tas (fig. 3) et verser les 2/3 de l'eau nécessaire (fig. 4).
5. Faire tomber peu à peu les bords du cratère dans l'eau pour mouiller le mélange sec (fig. 5), et mélanger jusqu'à ce que toute l'eau soit absorbée.

Attention : l'eau ne doit pas s'échapper.

6. Mélanger le tas jusqu'à obtenir un béton homogène : déplacer le tas deux ou trois fois en chargeant la pelle bien en dessous du tas puis en la retournant. Si nécessaire, mouiller légèrement le béton à l'aide du creux de la main trempée dans un seau d'eau.

Un béton bien dosé en eau ne doit pas s'étaler mais former un tas arrondi.

Attention : un mauvais mélange peut réduire considérablement le dosage du ciment. En effet, lorsque l'eau s'écoule vers l'extérieur, elle entraîne une quantité de ciment non négligeable.



1 Valeur minimale de la résistance à la compression à 28 jours après mise en œuvre, en mégapascal (MPa).

GÂCHER À LA BÉTONNIÈRE

La bétonnière doit être bien calée sur ses pieds et installée de manière à ce que toutes les manipulations de remplissage (du mélange sable-gravier mais aussi du ciment et de l'eau) et de déversement dans la brouette soient aisées.

1. Mettre en route la bétonnière.
2. Verser les 2/3 de l'eau nécessaire dans la cuve, puis verser une dizaine de pelles de mélange et laisser tourner quelques secondes afin de bien tremper l'ensemble.
3. Ajouter tout le ciment nécessaire et laisser tourner jusqu'à l'obtention d'un mélange homogène. Cela évite les grumeaux de ciment et l'ensemble colle moins sur les pales et parois de la bétonnière.
4. Charger le reste du mélange et laisser tourner une à deux minutes. Remettre de l'eau si nécessaire, suivant la consistance voulue, mais sans dépasser le dosage prévu. Le béton doit être onctueux mais jamais mou. Il doit être humide en surface.
5. Verser une partie du béton dans la brouette préalablement mouillée, et réaliser ainsi autant de voyages que nécessaire.
6. Afin de ne pas encrasser la bétonnière, mettre de l'eau dès que celle-ci est vide : reprendre les opérations au n° 2 ci-dessus ou laisser tourner quelques secondes avant d'éteindre la bétonnière si la gâchée suivante n'est pas tout de suite réalisée.
7. Une fois le travail terminé, nettoyer la bétonnière en mettant de l'eau dans la cuve et en y plaçant quelques pelles de gravier. Laisser tourner puis vider dans une brouette et recommencer autant de fois que nécessaire.
8. Une fois propre, la cuve doit être placée ouverture vers le bas afin de laisser l'eau s'écouler.

À savoir

Outre le nettoyage soigneux, intérieur et extérieur, après chaque utilisation, un graissage régulier de la couronne de la bétonnière est impératif pour son bon fonctionnement.

TABLEAU 1

Dosages simplifiés selon les usages

Pour une quantité d'une brouette environ de béton ou mortier avec du ciment CEM II 32,5 N. Dosage des sable et gravier par seau d'une contenance de 10 litres.

MORTIER POUR MAÇONNER DES BLOCS BÉTON				
Dosage en ciment	Gravier (en seaux)	Sable (en seaux)	Ciment	Eau (en litres)
275 kg/m³	-	8	½ sac de 35 kg	8 à 9
	-	5,5	½ sac de 25 kg	6
BÉTON DE FONDATION, DALLAGE, DALLE DE COMPRESSION				
300 kg/m³	5	2,5	½ sac de 35 kg	8 à 9
	4	2	½ sac de 25 kg	6
BÉTON POUR LINTEAU, POTEAU, POUTRE, CHAÎNAGE, MUR DE SOUTÈNEMENT				
350 kg/m³	5 seaux	3	½ sac de 35 kg	8 à 9
	3	2	½ sac de 25 kg	6

TABLEAU 2

Quantité de matériaux pour 1 m³ de béton ou mortier mis en œuvre

Pour une quantité d'une brouette environ de béton ou mortier avec du ciment CEM II 32,5 N. Dosage des sable et gravier par seau d'une contenance de 10 litres.

TRAVAUX À EXÉCUTER	CIMENT *(en kg)*	GRAVIER *(en l)*	SABLE *(en l)*	EAU *(en l)*
Mortier	275	-	1 150	115
Semelle - Dallage	300	820	380	150
Béton armé	350	800	400	175

Rappel de calcul

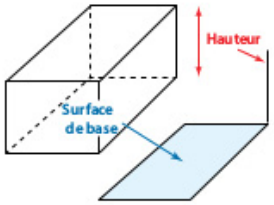
Pour calculer un volume de béton on multiplie simplement la surface du coffrage par l'épaisseur du béton à couler.

Le volume d'une pièce se calcule en multipliant la surface de base par la hauteur :

- *Surface d'un carré = côté × côté*
- *Surface d'un rectangle = longueur × largeur*
- *Surface d'un triangle = (base × hauteur)/2*
- *Surface d'un trapèze = (petite base + grande base) × hauteur/2*
- *Surface d'un cercle = diamètre × π (soit 3,1416)*

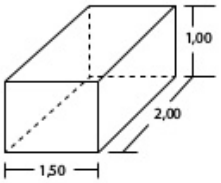
Surface =
longueur × largeur

Volume =
surface de base × hauteur



Exemple

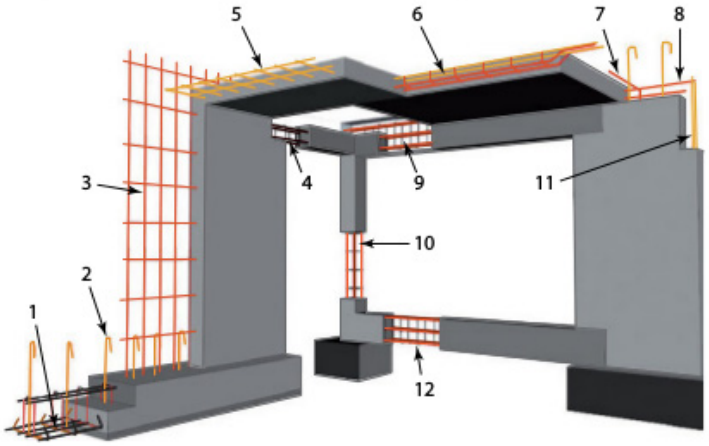
Surface de base = 2,00 × 1,50 = 3,00 m²
Volume = 3,00 × (hauteur) 1,00 = 3,00 m³



Béton armé

Terminologie de l'ossature en béton armé

1 - Semelle avec chaînage
2 - Aciers en attente
3 - Mur banché
4 - Linteau
5 - Nappe inférieure de la dalle
6 - Chevêtre (poutre de la trémie)
7 - Chapeaux (nappe supérieure de la dalle)
8 - Chaînage horizontal
9 - Poutre
10 - Poteau
11 - Chaînage vertical
12 - Longrine



Le béton armé (abrévié en BA) est l'association de deux matériaux : le béton et l'acier. Cette association est possible car ils présentent à peu près le même taux de dilatation.

CONTRAINTES MÉCANIQUES

Le béton armé est en mesure de supporter des charges plus importantes que les bétons ordinaires par sa résistance à des contraintes multiples :

- les bétons simples résistent très bien à la compression ;
- l'acier est doué d'élasticité et peut ainsi résister aux contraintes de traction et de flexion.

Contraintes subies par les structures

En résistance des matériaux on distingue principalement cinq types de forces qui s'exercent sur les éléments constitutifs d'une structure :

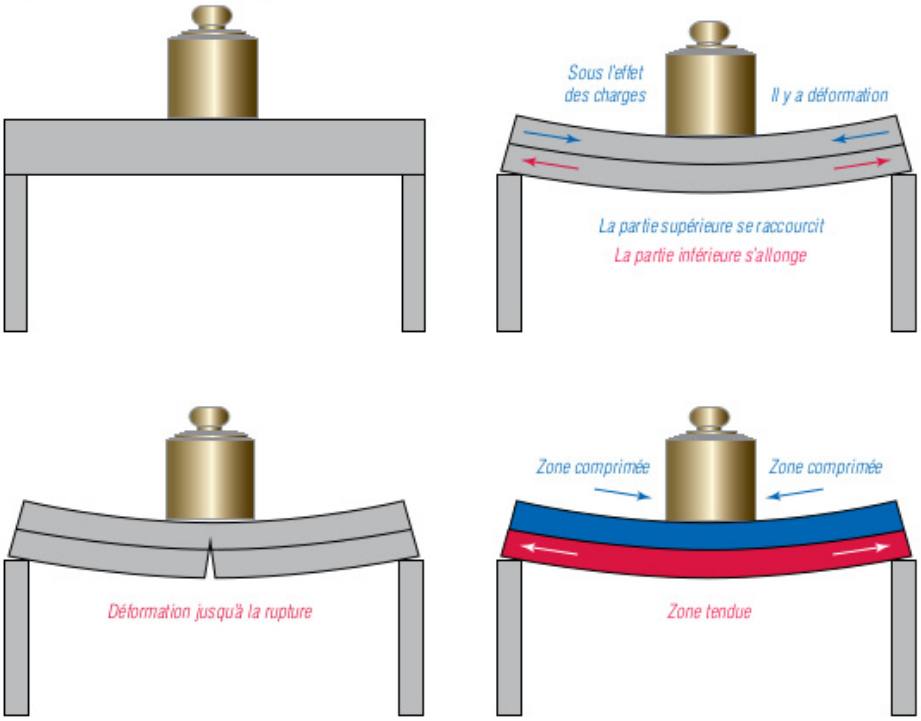
- *la compression ;*
- *la traction ;*
- *la flexion ;*
- *l'effort tranchant ou contrainte de cisaillement ;*
- *la torsion.*

Poutre ou dalle sur appuis simples

Sous l'effet des charges (poids propre de l'élément structurel et charges rapportées, permanentes ou ponctuelles) l'élément se déforme en flexion, la matière subit :

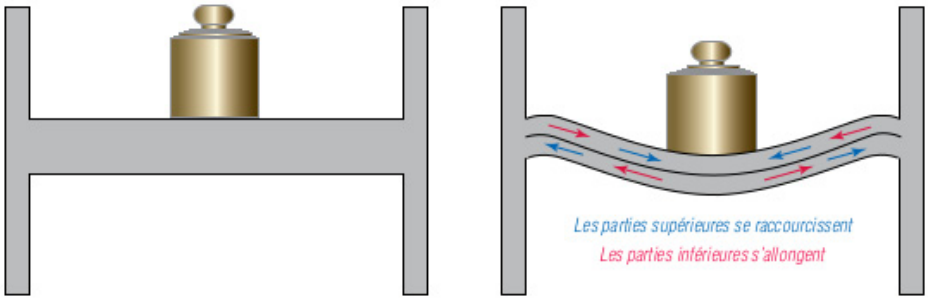
- en partie haute une contraction, la zone est dite comprimée ;
- en partie basse une extension, la zone est dite tendue.

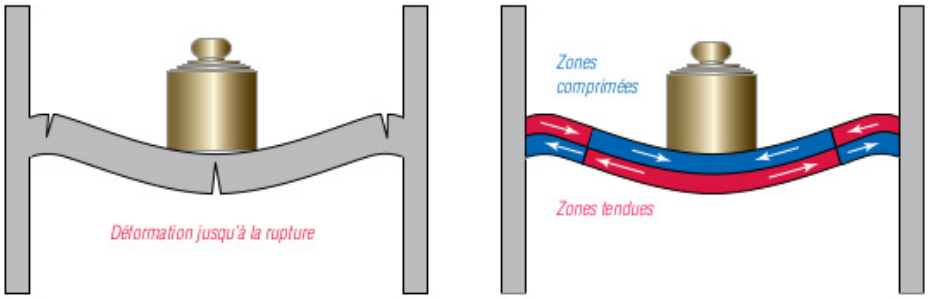
La déformation s'accentuera au fur et à mesure de l'augmentation de la charge, jusqu'à provoquer la rupture de l'ouvrage dans la zone tendue.



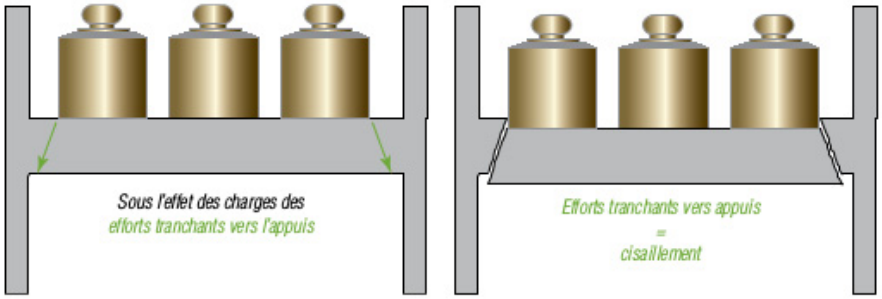
Poutre encastrée sur deux appuis

Les effets sont sensiblement différents dans le cas d'un ouvrage en encastrement.



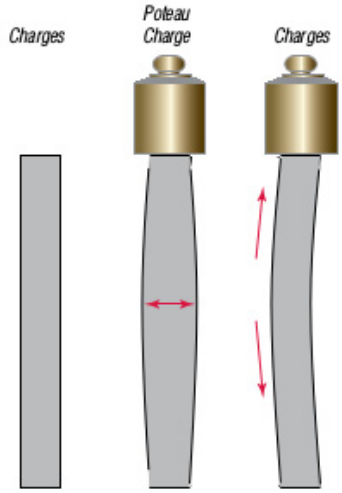


Effet de l'effort tranchant



Effets de la compression

La compression, par exemple par effort vertical sur un poteau, tend à tasser la matière et peut provoquer le flambement voire la torsion et, pour le béton, le gonflement.



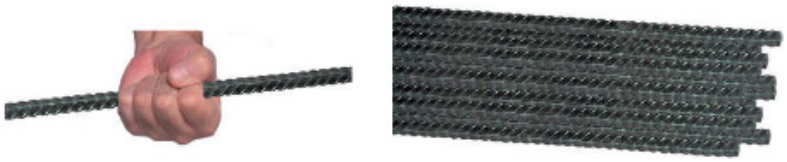
LIAISON ACIER-BÉTON

Afin que l'union entre acier et béton soit la plus parfaite possible, et donc que la résistance du béton armé soit optimale, trois conditions doivent être respectées :

- la bonne adhérence ;
- l'enrobage suffisant ;
- la position correcte des aciers.

Adhérence

La bonne adhérence entre aciers et béton est primordiale pour le béton armé puisqu'elle assure le transfert des efforts entre le béton et les aciers.



À l'instar de la main enserrant la barre d'acier, le béton enrobant l'acier provoque naturellement un phénomène d'adhérence. Celui-ci est renforcé par le relief, les nervures des aciers à haute adhérence (HA). Lors de leur emploi, il faut veiller à la propreté de toutes les armatures : pas de terre collée, pas de projections d'huile ou de graisse, pas de blocs de rouille.

Enrobage

L'enrobage concerne la quantité de béton autour des aciers donc :

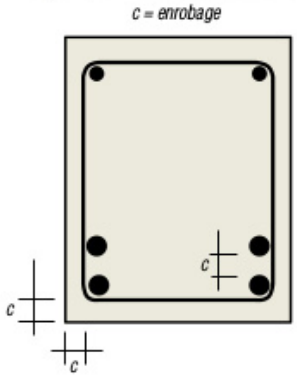
- la distance entre les aciers et les parois coffrantes ;
- la distance entre les barres.

L'enrobage joue sur la qualité d'adhérence ainsi que sur la protection des aciers vis-à-vis des agressions extérieures.

En règle générale, en milieu sain exposé aux intempéries et aux condensations normales, cet enrobage doit être de 3 cm.

> ***Attention***
>
> *La position des aciers dans le coffrage ne doit pas gêner le coulage du béton.*

Principe d'enrobage des aciers



Positionnement des aciers

Hormis l'adhérence parfaite de l'armature, son positionnement correct est l'autre donnée indispensable à la résistance du béton armé aux efforts de traction, flexion, etc. Sans ces deux conditions, le béton se déforme et laisse apparaître des fissures importantes puis se brise dans les zones tendues.

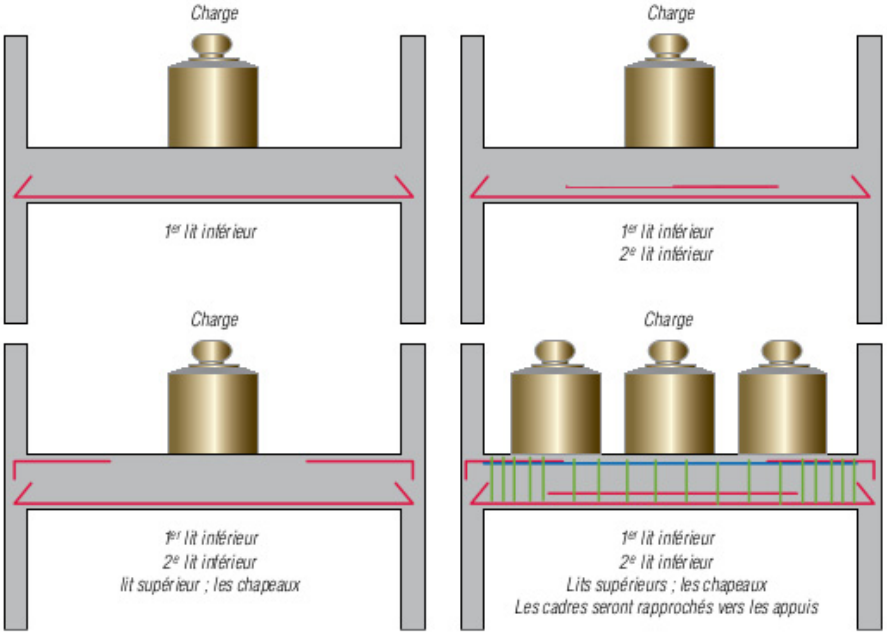
L'armature doit donc être positionnée aux endroits adéquats pour résister à toutes les contraintes. Grâce au phénomène d'adhérence, le transfert de forces s'opère du béton à l'acier et réciproquement.

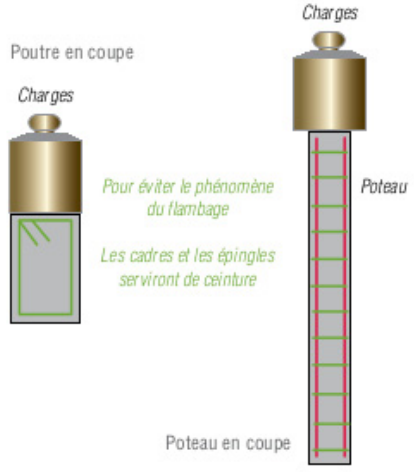
Principe de positionnement des aciers

Les aciers porteurs et renforts sont positionnés aux endroits fragilisés par les contraintes :

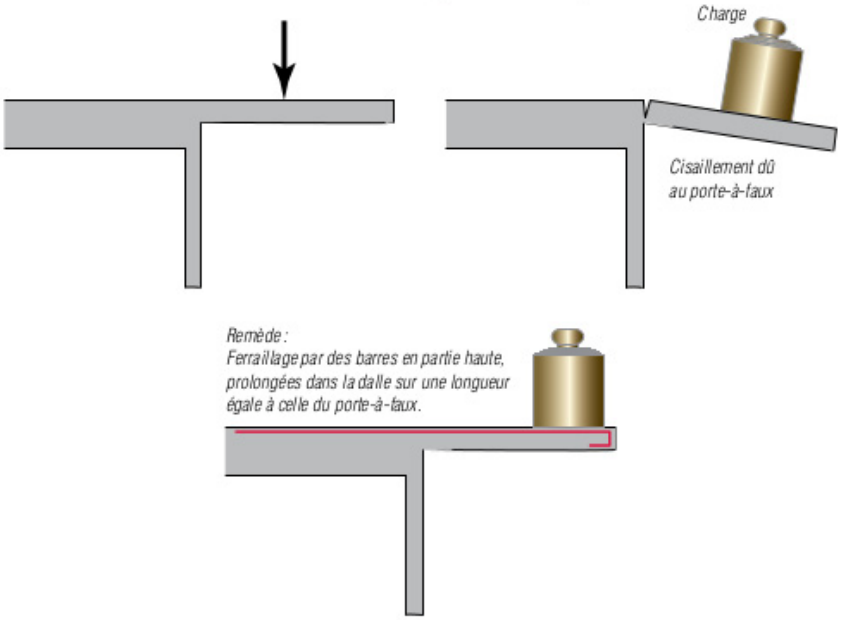
- les barres porteuses viennent renforcer les zones tendues ;
- les cadres et étriers évitent le gonflement ou le cisaillement.

Afin de respecter le bon emplacement des écarteurs de nappes et des cales d'enrobage sont utilisés.

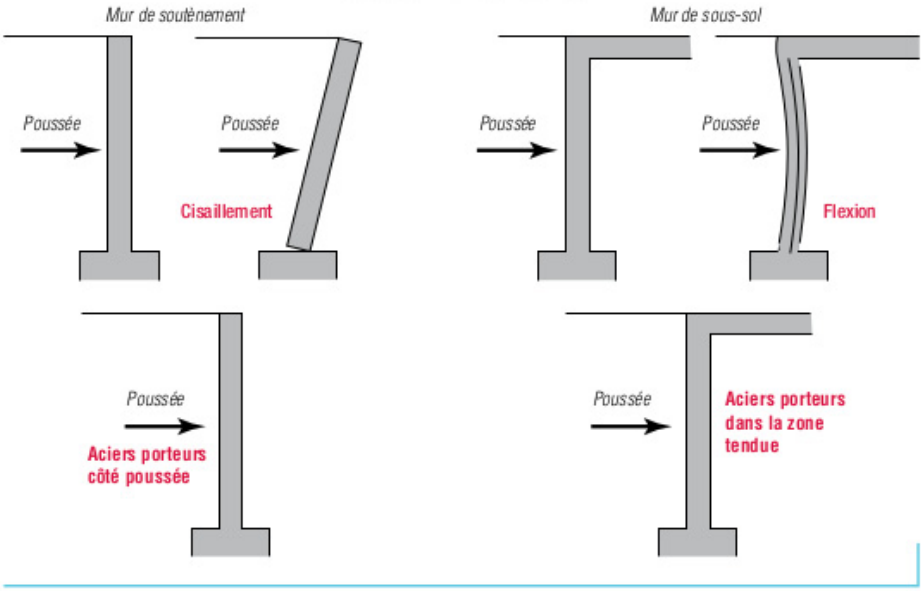




Cas d'un balcon (porte-à-faux)

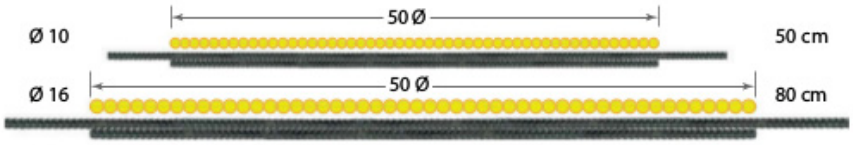


Cas des murs enterrés



Recouvrement

Il est essentiel de respecter les préconisations de recouvrement : pour que deux barres soient considérées comme une seule au plan de la résistance, il faut une superposition des barres égale à 50 fois le diamètre de la barre.

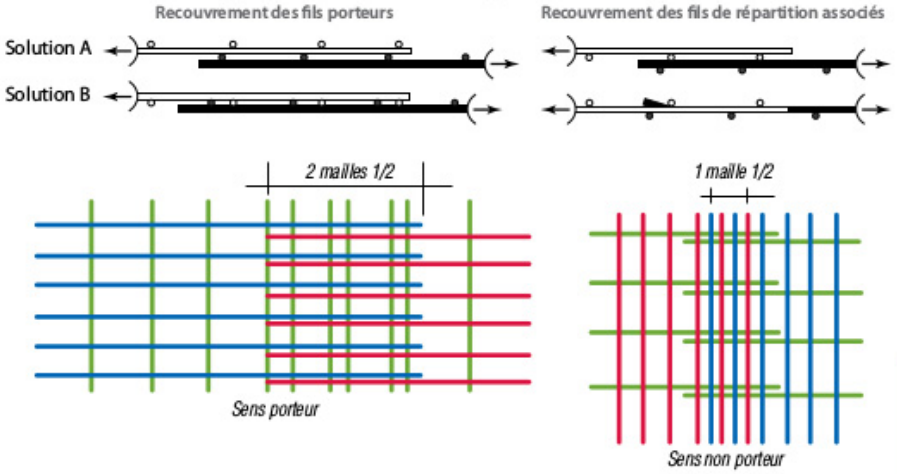


Recouvrement de barres droites

Le treillis soudé est un assemblage de fils d'acier soudés perpendiculairement. Cette nappe bidirectionnelle permet le ferraillage rapide d'une dalle. La dalle ayant un sens de portée, le recouvrement de deux éléments de treillis doit être de trois soudures (deux mailles et demie) dans le sens des aciers porteurs et de deux soudures (une maille et demie) dans l'autre sens (aciers dits de répartition).

Lors d'un recouvrement, les aciers sont ligaturés entre eux grâce à des tronçons de fil de fer afin d'assurer la continuité des barres (il existe aussi un outil spécifique nommé lieur qui permet de placer rapidement des liens).

Coupes et plans d'assemblage de treillis soudés



Ferraillage des dalles et murs banchés

Pour toute dalle (plancher, terrasse, dalle de compression sur un plancher à poutrelles et hourdis, etc.) le ferraillage est réalisé par un treillis soudé antifissuration (souvent nommé treillis PAF car l'acier est profilé à froid).

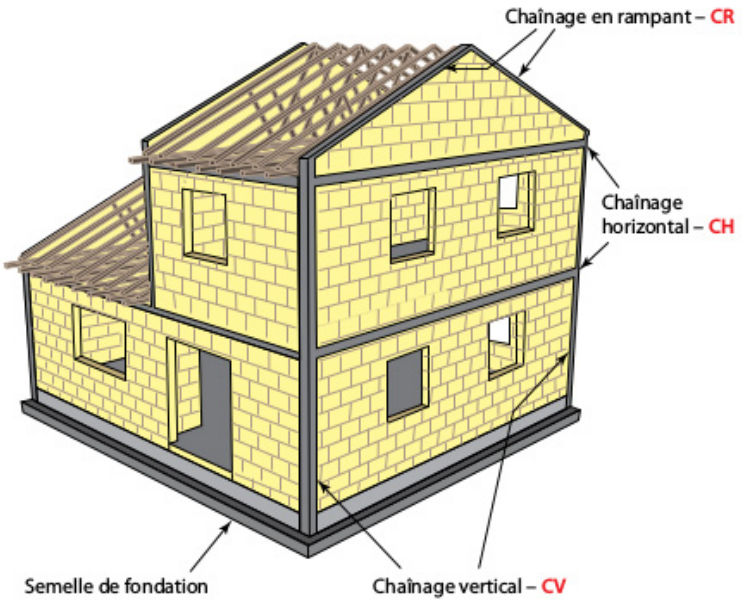
Les murs en béton banché avec coffrage sont ferraillés avec du treillis soudé.

Dans les murs en blocs de béton à bancher (le bloc fait office de coffrage perdu), des aciers porteurs sont répartis dans le sens vertical, et des aciers de répartition installés horizontalement et reliés par des équerres lors d'un retour d'angle. (Voir les détails concernant le bloc à bancher au chap. 7, § mur de soutènement.).

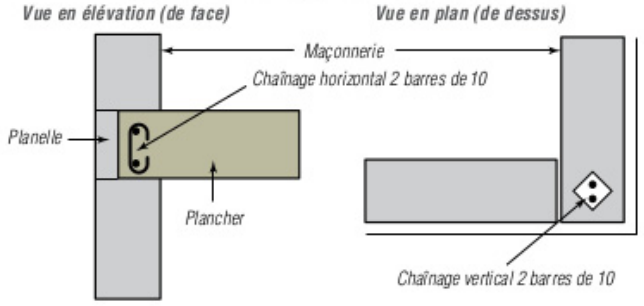
ARMATURE DE LA CONSTRUCTION EN BLOCS DE BÉTON

Dans une construction en blocs de béton, des chaînages sont installés aux emplacements suivants :

- dans les semelles de fondation ;
- aux angles verticaux de la construction ;
- à la hauteur de chaque plancher et au couronnement horizontal des murs ;
- dans les pentes supérieures des pignons.



Principe de ferraillage horizontal et vertical



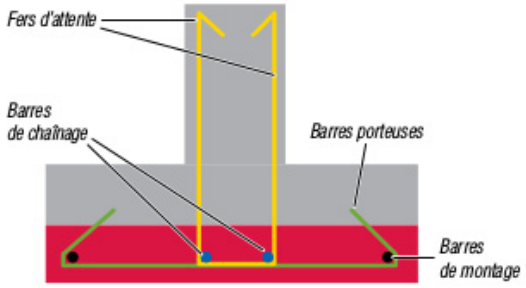
Ferraillages prêts à l'emploi

Comme pour le treillis soudé destiné aux dalles, il existe des éléments de ferraillage, aux dimensions standards, pour chaque élément de la construction : semelle de fondation, poteau, poutre… Ils sont composés de fers porteurs reliés par des cadres.

Chaînage d'une fondation

La fondation couramment utilisée est la semelle filante puisqu'elle permet de soutenir un mur. Des fondations en plots sont prévues lorsqu'il s'agit de soutenir des poteaux.

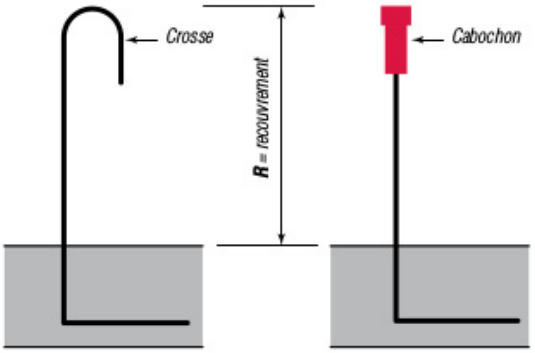
Coupe sur une semelle filante



Les chaînages verticaux sont liés aux semelles de fondation par des aciers de liaison appelés fers d'attente, positionnés lors du coulage du béton des fondations. Ils doivent être de même diamètre que l'élément de ferraillage de l'ouvrage supérieur.

Fer d'attente

Pour assurer la sécurité sur le chantier, les fers d'attente sont soit recourbés en crosse soit munis d'un cabochon en plastique.



Chaînage horizontal, vertical ou en rampant

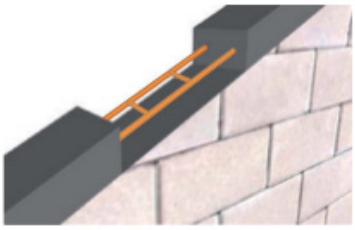
Les ferraillages, réalisés en aciers HA, doivent être, pour tous les chaînages, de deux barres de diamètre 10 mm. Ces armatures doivent respecter les normes (recouvrement, ancrage).

Les chaînages horizontaux ceinturent la maçonnerie porteuse des murs à chaque niveau de plancher ainsi qu'à son couronnement. Ils relient les murs de façade et les murs de refend. Ils sont en béton armé qui peut être coulé dans des éléments préfabriqués, tels les blocs en U.

Bloc béton pour chaînage horizontal

Ce même type de bloc est aussi utilisé en coffrage de linteau.

L'épaisseur du chaînage en rampant doit être au moins égale à deux enrobages plus un diamètre d'acier, soit environ 7 cm. La même réglementation s'applique à ces chaînages qu'aux horizontaux au niveau des façades.



La liaison des chaînages verticaux et horizontaux s'effectue par des équerres offrant là encore un recouvrement de 50 fois le diamètre de la barre d'acier (soit 50 cm pour des barres de diamètre 10 mm).

Principe de liaison du refend et de l'angle

Pour la liaison d'un mur de refend sont prévues deux équerres, et trois équerres dans un angle.

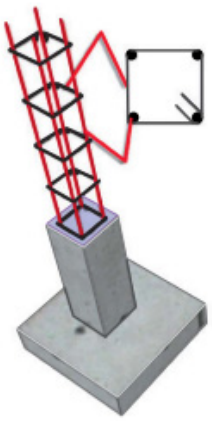
Les poteaux comportent des aciers porteurs dans leur sens longitudinal (c'est-à-dire sur la verticale) reliés grâce à des cadres et des étriers ou épingles quand le poteau est rectangulaire (ou de forte section).

Coupe de principe sur un ferraillage de poteau rectangulaire

Le retour d'équerre du fer d'attente en partie basse doit permettre d'avoir un ancrage suffisant (bien respecter le recouvrement).

Ferraillage du poteau

Les fers porteurs, dans le cas du poteau pour la résistance au flambement et au gonflement, sont reliés par des cadres.



L'armature d'une poutre doit permettre au béton de résister aux efforts de traction, flexion, cisaillement, etc. Elle est composée de lits inférieurs, de cadres et étriers, de barres de renforts et chapeaux.

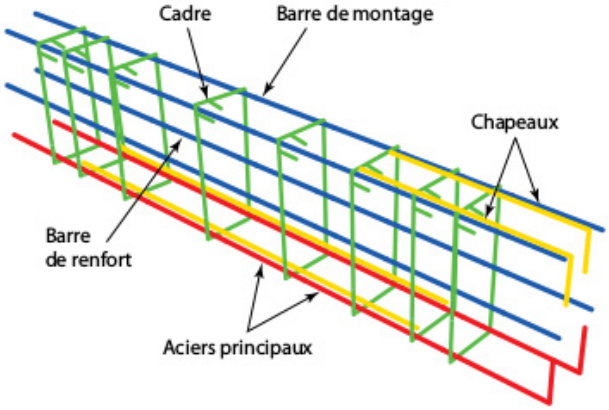
La poutre comme le linteau sont des ouvrages horizontaux qui reposent sur des appuis. Il est donc primordial que ces éléments soient très bien ferraillés.

Les barres de gros diamètre se situent en partie basse sur toute la longueur de la poutre, elles sont réparties en un ou plusieurs lits.

En partie haute ces barres de fort diamètre se retrouvent, mais seulement aux extrémités, donc sur une plus petite longueur, ces barres se nomment « chapeaux ».

Des barres de montage servent à maintenir les cadres et étriers.

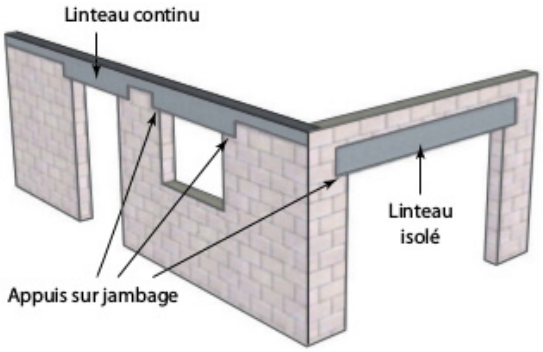
Principe de ferraillage d'une poutre



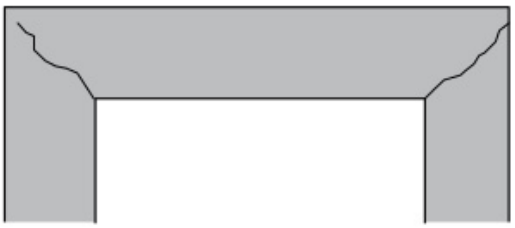
Linteau

Le linteau est un type de poutre, c'est un élément en béton armé qui sert à soutenir la maçonnerie ou les matériaux du mur au-dessus d'une baie, d'une porte ou d'une fenêtre. Le linteau reporte le poids du mur sur les jambages.

Il existe des linteaux isolés (concernant un seul percement) ou continus (filant pour couronner plusieurs ouvertures).

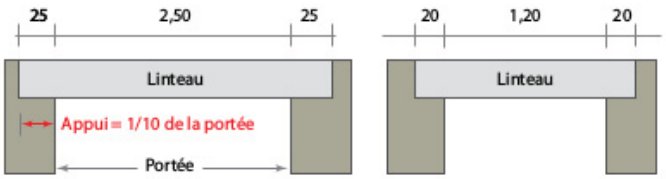


Sans ferraillage, des fissures apparaîtraient dans les angles des linteaux (selon un angle de 45°).



Pour répondre aux contraintes dues aux charges du linteau sur la paroi, la longueur d'appui du linteau est égale au 1/10 de la portée avec un minimum de 20 cm.

Exemples :



Les habillages extérieurs des linteaux peuvent être réalisés en utilisant des éléments de blocs spéciaux.

Mise en œuvre du béton

COULAGE

Le béton doit être préparé, on l'a vu plus haut, sans jamais dépasser la dose d'eau maximale, pour ne pas nuire à la résistance de l'ouvrage.

Toutefois, il existe une certaine marge de manœuvre quant à la texture du béton et la plasticité idéale est choisie selon l'ouvrage concerné. Pour une fondation, une dalle ou tout autre ouvrage aisé à couler, la texture peut être assez sèche. En revanche, plus le coffrage est étroit et délicat à couler plus on peut augmenter la plasticité dans la limite acceptable (par exemple pour un poteau ou un mur en blocs à bancher, pour lesquels le béton doit pouvoir descendre facilement pour épouser tout l'espace).

Attention

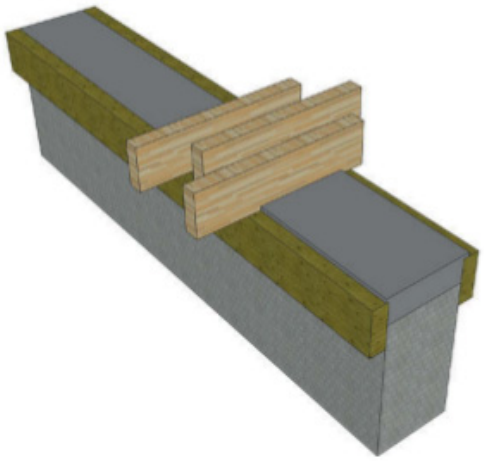
Lors du coulage, la hauteur de chute du béton ne doit pas excéder 1 m, au risque de provoquer sa ségrégation (séparation des éléments).

TIRAGE

Pour tirer le béton on utilise une règle ou une planche bien droite avec laquelle on effectue un mouvement latéral de va-et-vient, comme en sciant.

Cette règle vient prendre appui, selon les divers cas de figure, sur les parois du coffrage, les guides créés spécialement ou encore les règles en plastique noyées dans une dalle et faisant office de joint de dilatation.

Lors de ce tirage, le béton s'aplanit et le surplus s'accumule devant la règle. Il faut veiller à ce qu'il n'y ait pas de manque sur la partie tirée. Au besoin on regarnit à la truelle avant de tirer à nouveau. Si trop de matière s'accumule devant la règle on s'interrompt pour évacuer ce surplus.



VIBRATION

La vibration est l'action qui permet de serrer le béton. C'est une nécessité absolue qui permet le tassement des matériaux, favorise l'adhérence sur les armatures et diminue la teneur en eau (bullage).

Les manques ou irrégularités dans la matière seraient autant de faiblesses.

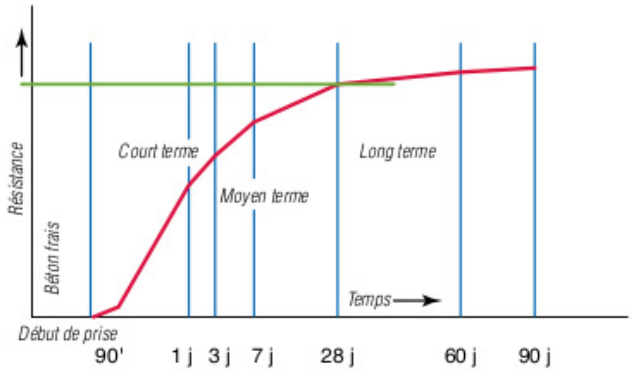
Généralement la vibration est effectuée à l'aide d'une aiguille vibrante plongée dans le béton. À l'échelle du particulier, rarement équipé de ce matériel, on peut conseiller l'usage d'une barre d'acier.

On opère par couches de 50 à 60 cm, sans redescendre de plus de 10 cm dans la couche précédemment vibrée. La vibration cesse lorsque les grosses bulles d'air cessent de remonter en surface. Attention, une vibration prolongée entraîne la ségrégation.

La vibration sur les armatures ou les parois de coffrage est proscrite.

SÉCHAGE

Le calcul de la résistance à la compression d'un béton se réalise à 28 jours. Il gagne principalement en résistance durant les sept premiers jours.



À une température de 20 °C, il est possible de décoffrer dès le lendemain. Il faudra être encore prudent durant un jour ou deux, en particulier pour ne pas abîmer les arêtes.

À savoir

Par temps très chaud, il est conseillé de couvrir les ouvrages juste coulés afin d'éviter un séchage trop rapide et les risques de désordres qui en découleraient.

MAÇONNERIE DE BLOCS BÉTON

5

Principe de mise en œuvre

Les grands principes de la maçonnerie en blocs béton, directement issus de la maçonnerie en pierre, sont les suivants :

- la première assise de blocs est soigneusement réglée de niveau et le niveau est vérifié aux assises suivantes ;
- les joints des blocs ne doivent jamais se superposer afin que la descente des charges s'effectue correctement ;
- les blocs se croisent également dans l'angle de deux murs.

Appellations

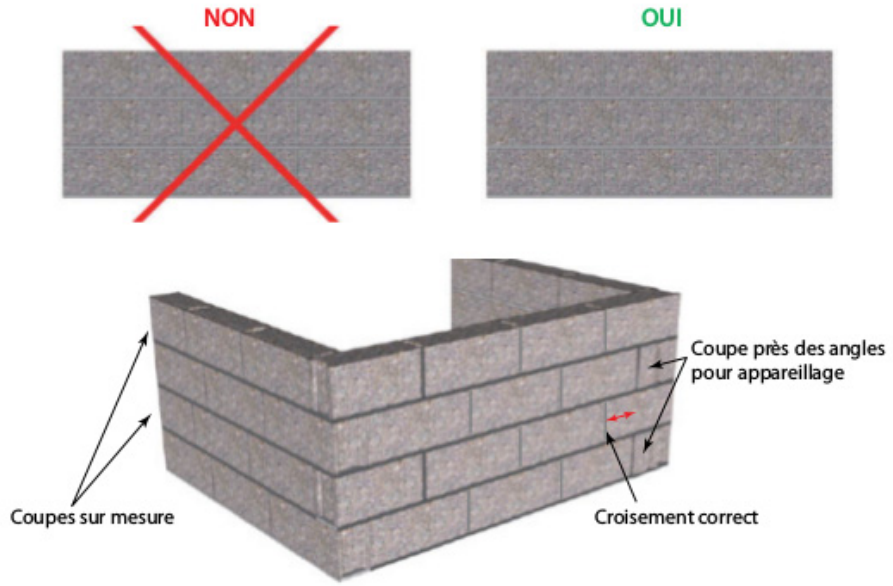
Le bloc de béton manufacturé est couramment appelé, plus ou moins improprement et selon les régions : agglo (pour aggloméré de béton), parpaing, quéron, plot ou moellon. Pour simplifier la lecture on adopte ici la simple appellation de bloc béton ou bloc.

Le décalage des joints verticaux, d'une assise sur l'autre, doit être compris entre le tiers et la moitié de la longueur du bloc, en restant de préférence d'une demi-longueur. (Pour une longueur de bloc de 50 cm, le décalage est donc compris entre 17 et 33 cm.)

Lors du calepinage, afin de préserver un croisement correct, les petites parties de blocs éventuellement nécessaires (selon la longueur du mur) sont situées vers les angles et se retrouvent au même endroit tous les deux rangs.

Calepinage du mur

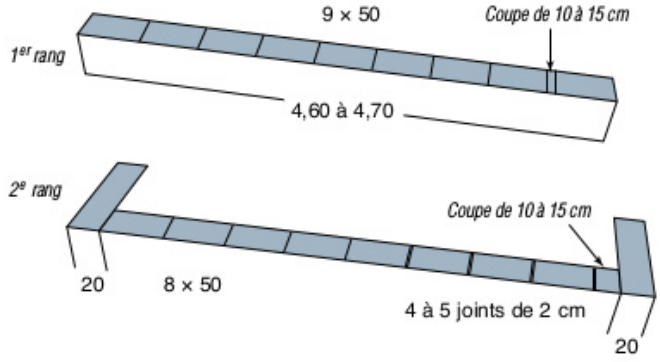
La superposition de deux joints ou plus se nomme « coup de sabre ». Cela évoque bien la coupure réalisée dans le mur, donc sa fragilisation.



Afin de ne pas avoir de trop petites portions de blocs, il est possible de répartir les vides entre les blocs et de réaliser ainsi des joints verticaux plus larges. Ceux-ci ne doivent toutefois pas être supérieurs à 4 cm. (Il faut éviter d'avoir un seul joint large mais plutôt prendre soin de bien répartir les blocs.)

Exemple de calepinage

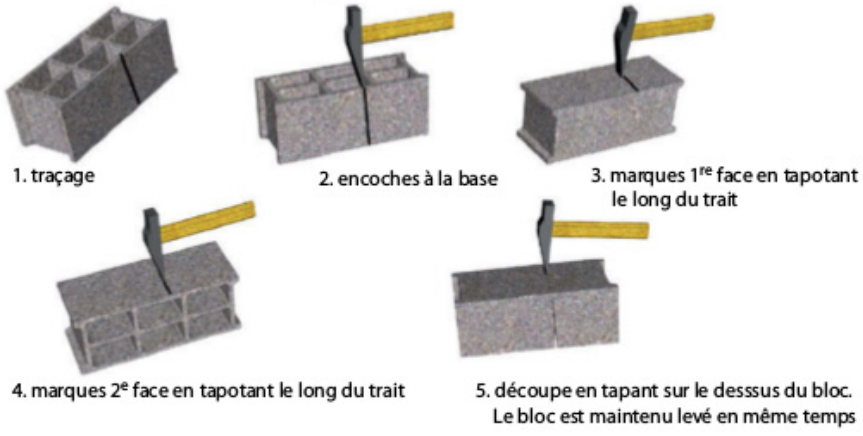
Le premier rang est réalisé avec 9 blocs de 50 cm et une coupe à droite.
Le deuxième rang est réalisé par 2 blocs en retour (donc 2 × 20 cm), 8 blocs de 50 cm et une coupe à droite. Des joints plus larges seront nécessaires afin de conserver le croisement des blocs.



Découpe d'un bloc

Pour un vide de x cm entre deux blocs il faut couper un bloc à $x - 2$ cm afin de prendre en compte les joints.
La coupe peut être réalisée au martelet ou à la disqueuse.

Coupe d'un bloc au martelet



Joint horizontal

Lors de la préparation du mortier, il est très important de ne pas le mouiller excessivement, il ne doit pas non plus être trop sec.

Le savoir-faire du maçon

Une boule de mortier prise dans la main ne doit ni s'effriter (mortier trop sec) ni couler (mortier trop mouillé) mais rester en forme avec l'empreinte des doigts.

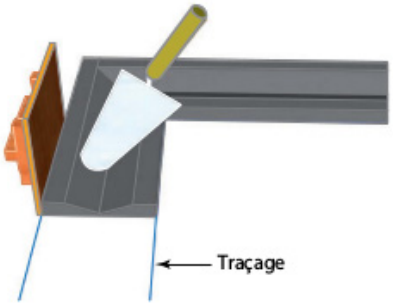
Le premier rang est réalisé sur la fondation, sur laquelle on aura repéré précisément l'implantation du mur à l'aide du cordeau traceur à poudre bleue.

À l'aide du talochon, posé sur le trait bleu, étaler avec la truelle 3 cm de mortier en épaisseur sur la largeur du bloc. Le joint peut être légèrement plus épais en façades et moins à l'axe des blocs (voir schéma et photo).

Attention

Ce joint de mortier ne doit surtout pas être tassé, mais au contraire aéré.

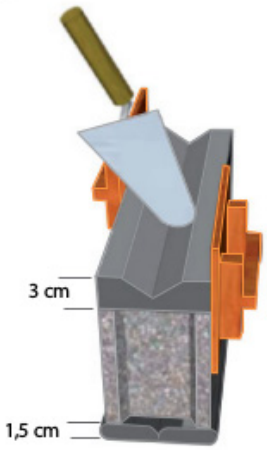
Préparation du joint horizontal au sol



Le poids du bloc et le léger tapotement sur le dessus pour son réglage de niveau assurent son positionnement : le joint de mortier se tasse, enserre les parois tout en réduisant en épaisseur. Le bloc est alors bien scellé dans le joint.

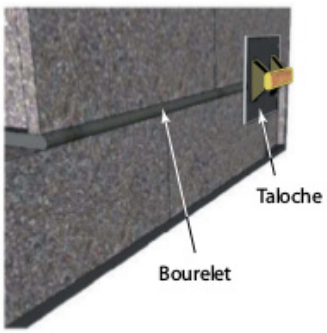
Pour les rangs supérieurs, le talochon est utilisé comme arrêt provisoire du mortier lors de sa mise en œuvre.

Préparation du joint horizontal sur les rangs supérieurs



Une fois la rangée de blocs posée et vérifiée en alignement (voir plus bas), le surplus de mortier en façades se coupe à la truelle ou à la taloche afin d'obtenir une maçonnerie propre.

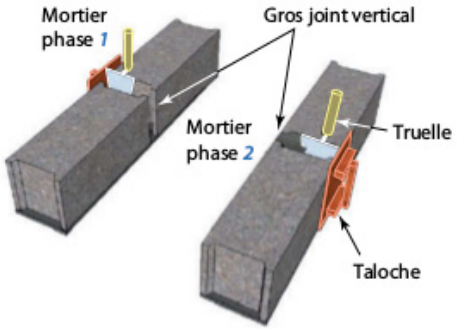
Finition du joint en façade



Joint vertical

Les joints verticaux courants sont remplis de mortier un peu plus liquide, mais sans excès, qui coulera dans le joint pour le remplir correctement. Un joint vertical large se comble en positionnant la taloche contre le joint et en bourrant l'intérieur de mortier de même consistance que pour le joint horizontal, et cela en deux phases : une fois sur une face du mur, une fois sur l'autre. La truelle permet, par un mouvement de va-et-vient dans le joint, de bien tasser le mortier.

Remplissage d'un joint large

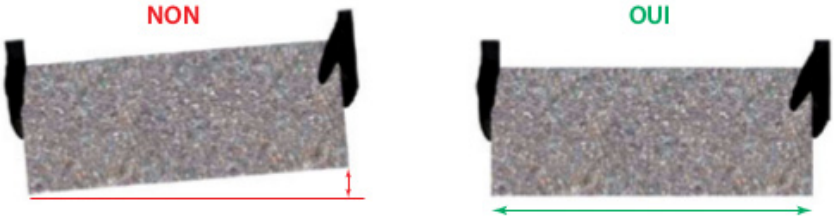


Pose d'un bloc

Un bloc se pose délicatement, le plus horizontalement et verticalement possible. Le saisir par ses extrémités, du plat des mains, rend cette opération presque naturelle. Grâce à son poids, le bloc se positionnera de niveau.

Mise en place d'un bloc

Attention de ne pas poser une extrémité avant l'autre.



Quantité de mortier nécessaire au montage de blocs

Il est bon d'avoir en tête la quantité approximative de mortier nécessaire pour un mur donné. (On prend pour l'épaisseur du joint horizontal la valeur de 1,5 cm car 3 cm de joint non tassé équivaut à environ 1,5 cm de joint fini.)

À titre d'exemples :

1. Dans un pan de mur de 1 × 1 m il y a dix blocs de 20 × 20 × 50 (8 + 4 demis).

Soit 5 joints horizontaux de 1 m de long × 0,20 de large × 0,015 d'épaisseur :

$$5 \times 1 \times 0{,}20 \times 0{,}015 = 0{,}015 \text{ m}^3 \text{ soit } 15 \text{ litres}$$

Et 7 joints verticaux de 0,20 de haut × 0,20 de large × 0,025 :

$$7 \times 0{,}20 \times 0{,}20 \times 0{,}025 = 0{,}007 \text{ m}^3 \text{ soit } 7 \text{ litres}$$

Il faut environ 22 litres de mortier pour maçonner ce pan de mur.

Longueur 1 m
Hauteur 1 m

2. Dans le cas d'un pan de mur de 2,50 × 0,40 cm, la surface est également de 1 m² mais avec une répartition est différente (9 blocs entiers et 2 demis). La quantité de mortier nécessaire est de :

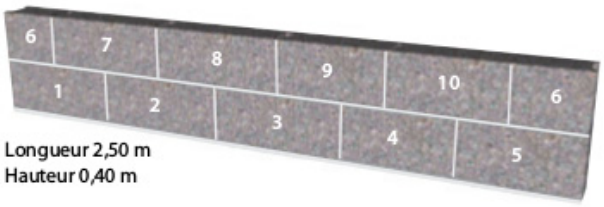
Soit 2 joints horizontaux de 10 m de long :

$$2 \times 10 \times 0{,}20 \times 0{,}015 = 0{,}060 \text{ m}^3 \text{ soit } 60 \text{ litres}$$

Et 9 joints verticaux :

$$9 \times 0{,}20 \times 0{,}20 \times 0{,}025 = 0{,}009 \text{ m}^3 \text{ soit } 9 \text{ litres}$$

Il faut environ 69 litres de mortier pour maçonner ce pan de mur.



Longueur 2,50 m
Hauteur 0,40 m

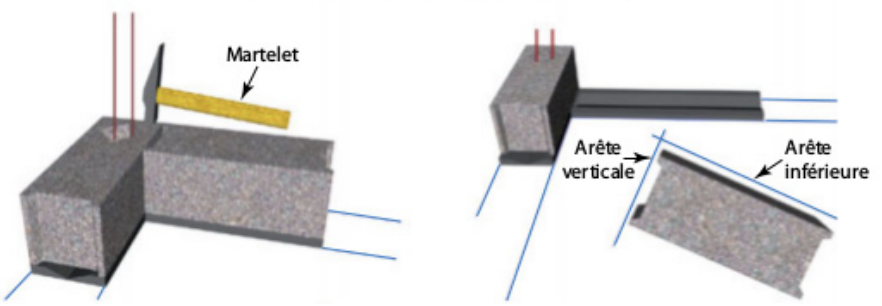
POSE DES BLOCS DE TÊTE

Pour le premier rang, la base du bloc de tête – ou d'angle – est positionnée précisément sur les traits d'implantation de l'angle, après avoir passé les aciers d'attente dans la réservation du chaînage du bloc.

> ***Le savoir-faire du maçon***
>
> *Lorsque le bloc va être posé, l'œil du maçon doit vérifier en même temps l'arête verticale et l'arête horizontale inférieure afin de placer le bloc du premier coup sur le tracé.*

Une fois le bloc de tête plombé, le bloc en retour d'équerre est posé, en prenant soin à son alignement sur le précédent. Ici encore la base du bloc doit correspondre parfaitement au trait de repère (pour le rang sur fondation) ou à l'arête haute du bloc du rang inférieur (pour les rangs supérieurs). Pour cette opération on utilise le côté de la taloche.

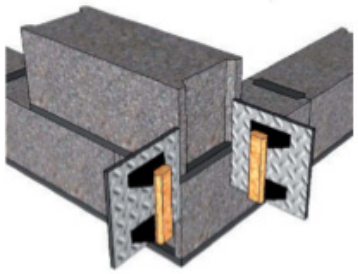
Mise en œuvre de l'angle de deux murs



Le montage de l'angle se fait ensuite en croisant toujours les joints.

Croisement des blocs dans l'angle

La taloche peut être utilisée, avant plombage, comme première approximation de l'alignement.



PLOMBAGE DU BLOC DE TÊTE

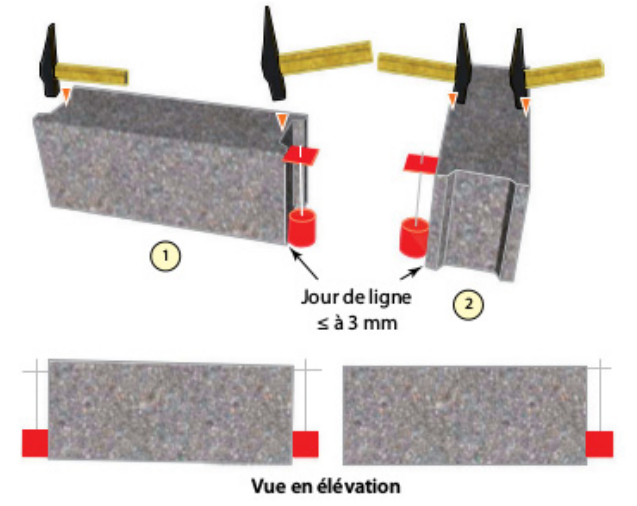
Il est primordial de plomber le bloc dans les deux sens avec un fil à plomb. Le plombage s'effectue uniquement sur les blocs d'angle, à chaque extrémité des murs.

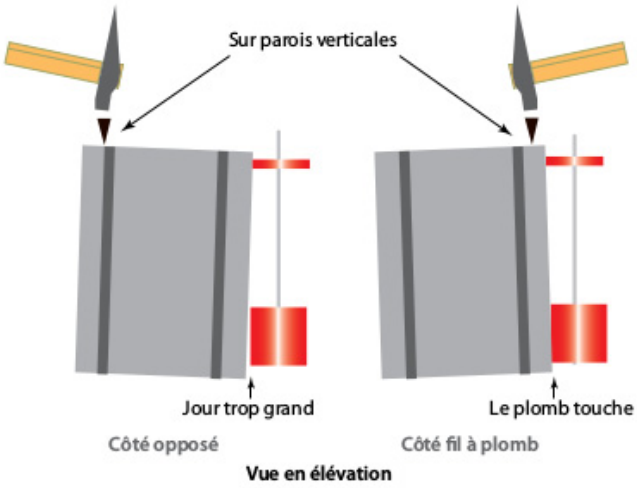
Deux plombages sont nécessaires afin que le bloc soit d'aplomb dans les deux sens :

- plombage de l'extrémité ;
- plombage de la face extérieure.

Principe du plombage

Le chas du fil à plomb (platine carrée dans laquelle passe le cordeau) est placé en appui sur la face à vérifier, le plomb est laissé libre et le jour de ligne ne doit pas excéder 3 mm. Si le plomb touche, vérifier qu'il n'est pas en appui en créant un léger jour de ligne.





Tapoter au martelet pour rectifier l'aplomb si besoin.
Pour ne pas fendre ou casser le bloc, tapoter sur les parois internes.
Pour un réglage de l'horizontalité, tapoter à l'extrémité du bloc.
Pour un réglage du dévers (verticalité des faces du bloc), tapoter toujours dans la partie centrale afin de ne pas dérégler l'horizontalité du bloc.

Une grande application de la verticalité du premier rang doit être observée car le mur aura ce rang comme référence pour toute sa hauteur.

Pour les rangs supérieurs, le plombage se réalise sur le bloc à régler lui-même et surtout par rapport à la base du premier rang.

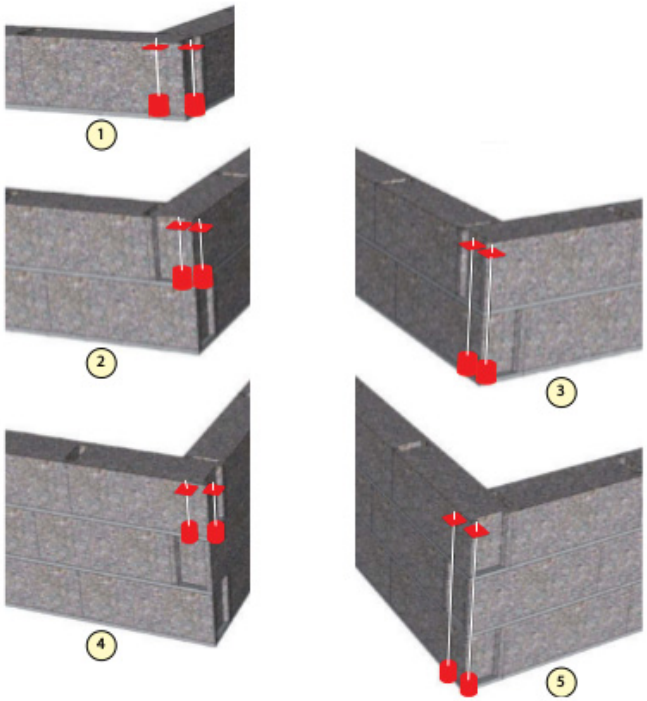
Dans tous les cas, la base du bloc à poser doit coïncider parfaitement avec la partie supérieure du rang inférieur.

Plombage des différents rangs

Le bloc d'angle du premier rang est plombé sur lui-même (fig. 1).

Le bloc d'angle du second rang est plombé sur lui-même et par rapport au premier rang (fig. 2 et 3).

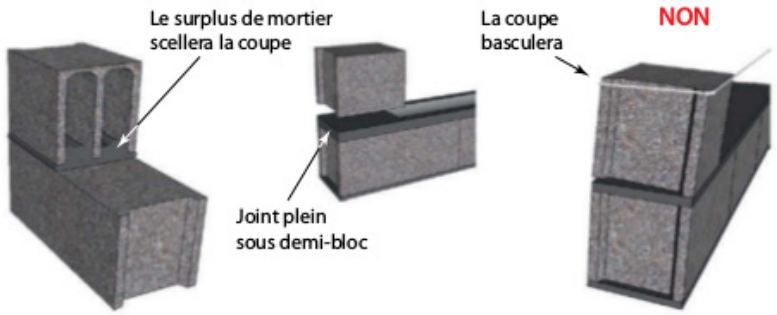
L'opération est répétée pour chaque rang jusqu'en haut du mur (fig. 4 et 5).



POSE D'UN BLOC COUPÉ EN TÊTE

Lors de la pose d'une coupe en tête de mur, le joint de mortier doit être plus important. Poser et enfoncer la coupe en la positionnant avec le maximum d'aplomb visuellement, puis plomber le bloc définitivement. Le mortier scellera la coupe.

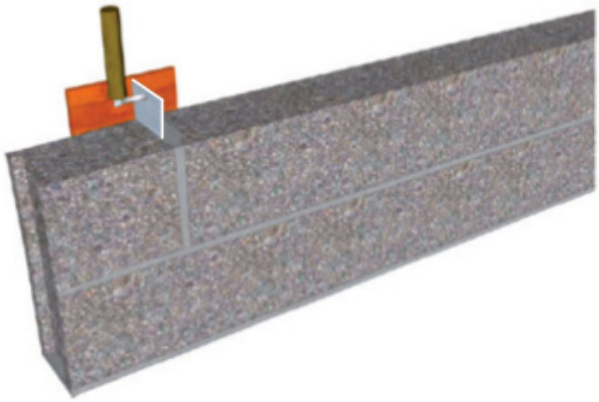
Il faut ensuite poser le bloc voisin puis faire le joint, avant de tendre le cordeau. Le bloc coupé, moins lourd qu'un bloc entier, risque sinon de basculer à cause de la tension du cordeau.



Lors de la mise en œuvre du joint vertical, procéder délicatement en maintenant le bloc coupé afin de ne pas le dérégler.

Joint d'un bloc coupé

Attention, un tassement trop brusque du joint vertical risque de déplacer le bloc coupé de tête.



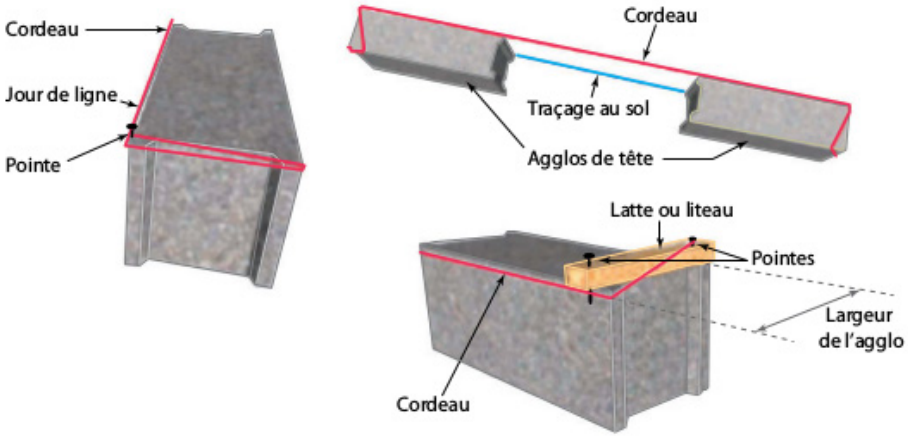
Alignement

Le cordeau d'alignement se fixe entre les blocs de tête déjà plombés en faisant quelques tours autour de ceux-ci. Il est placé à environ 5 mm du haut et tendu. Le cordeau donne ainsi l'alignement ainsi que l'horizontalité approximative.

Le savoir-faire du maçon

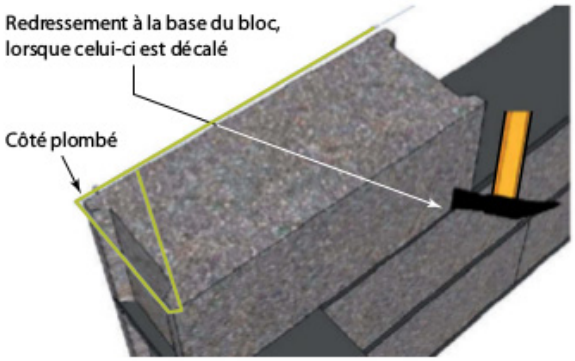
Une pointe glissée entre le bloc et le cordeau permet de créer un jour de ligne de quelques millimètres.

Il est aussi possible d'ajouter un petit liteau coincé par deux pointes sur la largeur du bloc de tête afin à la fois de fixer le cordeau et d'obtenir le jour de ligne.

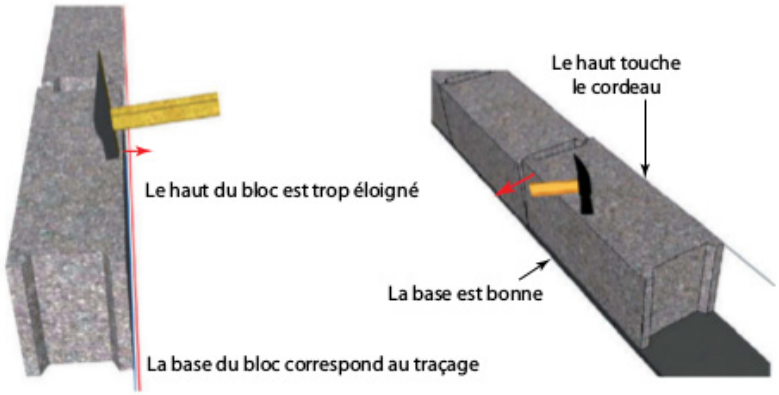


Réglage du bloc à l'alignement

Lorsque le bloc est plombé et que l'alignement n'est pas bon, il suffit de redresser le bloc à sa base.



Quand la base est bonne mais pas l'alignement en haut du bloc, il suffit de régler le dévers du bloc en tapotant sur la partie supérieure de la paroi opposée.

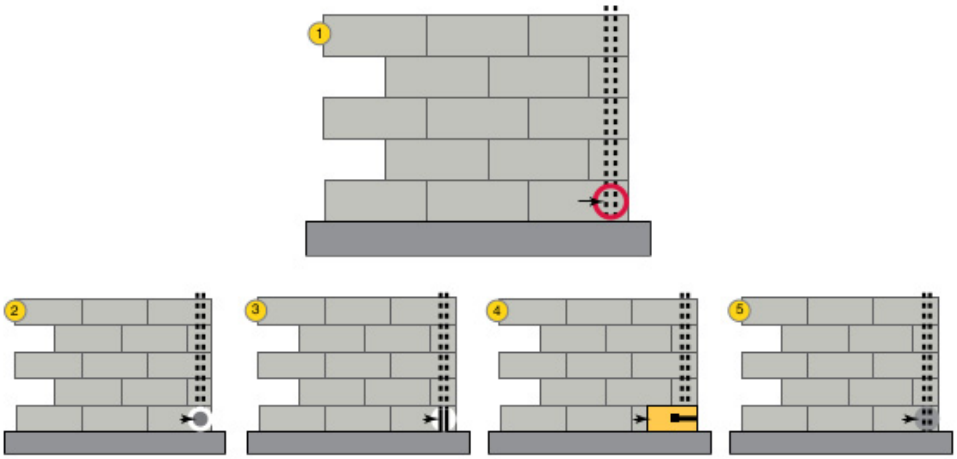


Chaînage d'angle

Lors du montage du mur, il est important de ne pas laisser sécher le mortier accumulé dans les futurs chaînages verticaux. Sont concernés tous les blocs du premier rang qui sont un pied de poteau.

Pour réaliser le chaînage vertical :

- casser la base des blocs d'angle du premier rang (fig. 1) ;
- nettoyer le pied du futur poteau d'angle, dégager les aciers en attente (fig. 2) ;
- réaliser le ferraillage avec deux barres de 10 mm par angle. Les barres ont pour longueur la hauteur de la maçonnerie + les 50 cm de recouvrement (fig. 3) ;
- coffrer les pieds de poteau à l'aide de planches et serre-joints (fig. 4) ;
- mouiller l'intérieur des poteaux à l'aide d'un tuyau d'arrosage ou d'un seau d'eau. Couler un béton, dosé de manière adéquate et assez plastique. Pour vibrer, remuer les aciers sans excès (voir chap. 4, § mise en œuvre du béton) ;
- décoffrer le lendemain (fig. 5).



COFFRAGE TRADITIONNEL

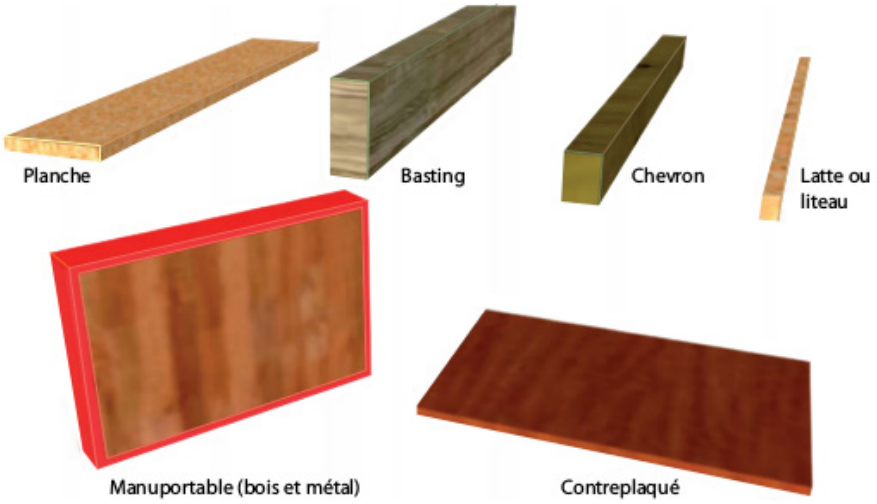
6

Bases du coffrage traditionnel

Le coffrage est un ouvrage en bois ou en métal qui sert de moule et donne la forme au béton frais, jusqu'au durcissement de celui-ci.

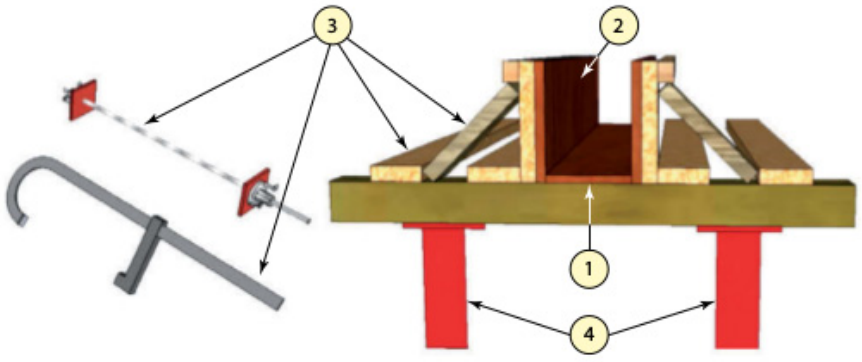
Le coffrage doit respecter les cotes de l'ouvrage souhaité et rester suffisamment stable, étanche et solide. Il est démontable et peut être réutilisable.

Le coffrage traditionnel est constitué d'éléments en bois tels que : planches, bastings, chevrons, lattes ou liteaux, manuportables (bois et métal), contreplaqué (CP).



Il comporte des éléments comme :

1. des fonds de moule en planches (brut de décoffrage) ou en contreplaqué (net de décoffrage) ;
2. des joues, formées de panneaux et de raidisseurs primaires et secondaires ;
3. des éléments de serrage : serre-joints, tiges filetées, butées, butons ;
4. des éléments d'étaiement pour maintenir à la bonne hauteur : étais, tours d'étaiement.



Pour coffrer, trois questions s'imposent :

1. Avec quoi coffrer ?

Cela donnera lieu aux :

- choix des bois suivant la finition du béton (net ou brut de décoffrage) ;
- calculs des cotes ;
- débit du bois.

2. Comment coffrer ?

On résout ici les points suivants :

- assemblage des panneaux ;
- positionnement des raidisseurs ;
- maintien du coffrage.

3. Comment décoffrer ?

Cette question suppose de :

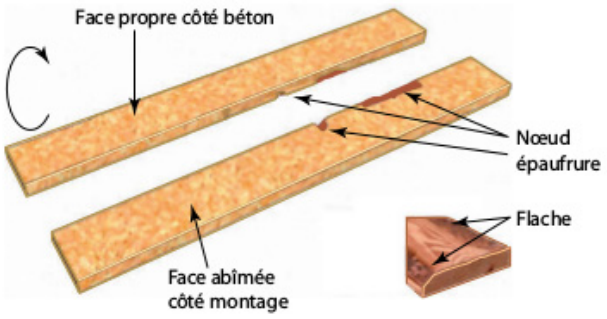
- réfléchir à l'assemblage (butons, pointes enfoncées ou non) ;
- prévoir de découper certains panneaux pour pouvoir décoffrer ;
- prévoir du fruit sur les mannequins ;
- pouvoir éventuellement réemployer les coffrages ;
- chercher à gagner du temps et à économiser le matériel.

Bois de coffrage

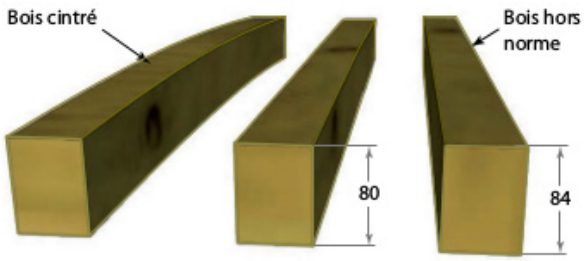
CHOIX DES BOIS

Lors du montage des panneaux en coffrage traditionnel, il faut veiller à choisir les pièces de bois.

Toutes les planches doivent être propres et ne pas comporter de nœuds, de vides et autres flaches qui pourraient nuire au parement soigné du béton. Le mauvais côté des bois doit se trouver sur l'extérieur du coffrage.



Il faut veiller à utiliser des bois de même section et à éviter les bois cintrés. Cela simplifie la mise en œuvre et favorise la qualité de l'ouvrage.



STOCKAGE

Pour une bonne organisation du chantier, il est important de classer les bois par catégorie et par longueur.

Le bois travaille et se déforme selon la température et l'hygrométrie. Aussi il est préférable de le stocker à l'abri de la pluie et du soleil, en ménageant une aération entre chaque couche de planches à l'aide de liteaux.

RÉSISTANCE

L'équilibre doit être trouvé entre la résistance des pièces de bois du coffrage et la poussée exercée par le béton. Pour cela, on met en place un système de raidisseurs sur les planches ou panneaux de contreplaqué utilisés en coffrage.

Le contreplaqué de 15 mm doit être renforcé tous les 20 cm environ par des raidisseurs primaires. Au-delà, la poussée du béton engendrerait une déformation du coffrage.

La planche de 27 mm utilisée en raidisseur primaire doit être renforcée tous les 40 cm environ par des raidisseurs secondaires.

Attention

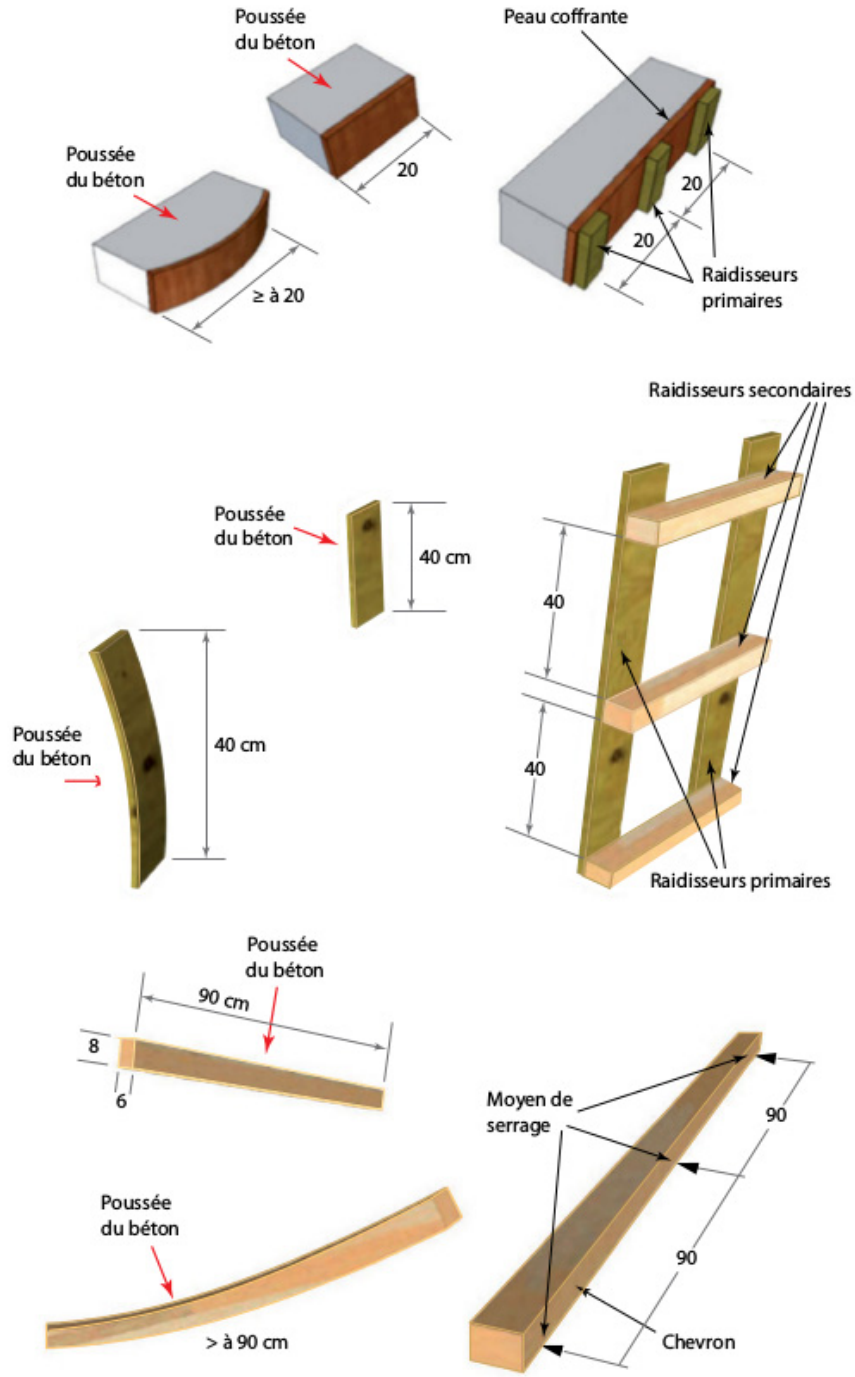
Il est important de maintenir et de renforcer la partie basse des coffrages car c'est en bas que la pression du béton frais s'exerce principalement sur les joues de coffrage. Plus le coffrage est haut, plus cette pression en partie basse est importante.

Le chevron tenant lieu de raidisseur secondaire (de section 6 × 8 cm) doit toujours être positionné de chant (afin que la résistance s'exerce dans le sens des 8 cm).

Un chevron en 6 × 8 cm est, jusqu'à 90 cm de longueur, capable de résister à la poussée du béton. Au-delà il doit être renforcé par des moyens de serrage suffisants.

Principe des raidisseurs

Écartements à respecter pour du CP de 15 mm et des planches de 27 mm.



Du bon usage des outils

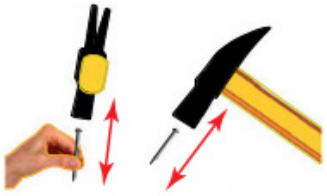
MARTEAU DE COFFREUR

Le marteau de coffreur, ou marteau arrache-clou, doit toujours être à portée de main (dans une ceinture porte-outils), au même titre que le mètre et le crayon.

Sa face à frapper est toujours propre et lisse. Il n'y a pas de jeu entre le marteau et le manche (pour les manches en bois, un trempage dans l'eau remédie au problème). Les dents sont propres afin de pouvoir extraire les pointes usagées.

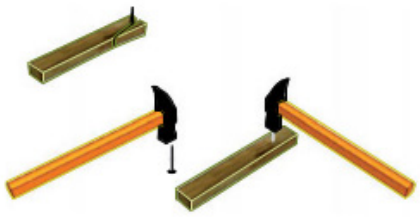
Le savoir-faire du maçon

Le marteau se tient bien en bas du manche pour avoir plus de force et de précision. La face à frapper percute la tête de la pointe bien parallèlement (autrement dit, l'axe de la tête du marteau est dans l'axe de la pointe). Et c'est le centre de la face à frapper qui touche la tête de la pointe. On se positionne toujours en conséquence.



Pointage des lattes ou liteaux

Les pièces de bois de faible épaisseur sont fragiles, il arrive qu'elles se fendent lorsqu'on enfonce une pointe. Pour éviter ce phénomène on peut écraser légèrement l'extrémité de la pointe, puis il faut prendre soin de positionner la pointe bien au milieu de la latte.

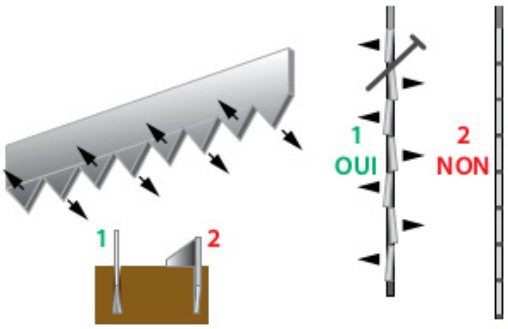


SCIE

Comme le marteau, la scie est un outil indispensable. Elle doit être en parfait état, bien entretenue. Elle est stockée correctement afin d'éviter que ses dents ne s'abîment et que sa lame ne rouille sous l'effet de l'humidité.

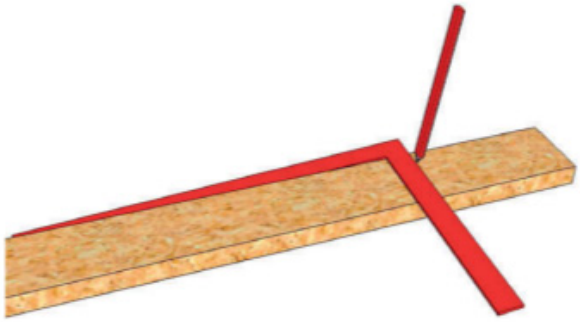
La lame doit avoir de la voie, c'est-à-dire que les dents doivent être écartées en quinconce pour pouvoir coulisser dans la coupe. Si ce n'est plus le cas au fil de l'utilisation de la scie, écarter les dents à l'aide d'une pointe ou d'une pince à dévoyer.

Voie de la lame de scie



Marquage du tracé

Avant de couper une pièce de bois, il faut toujours marquer le tracé d'équerre et bien vérifier la cote.



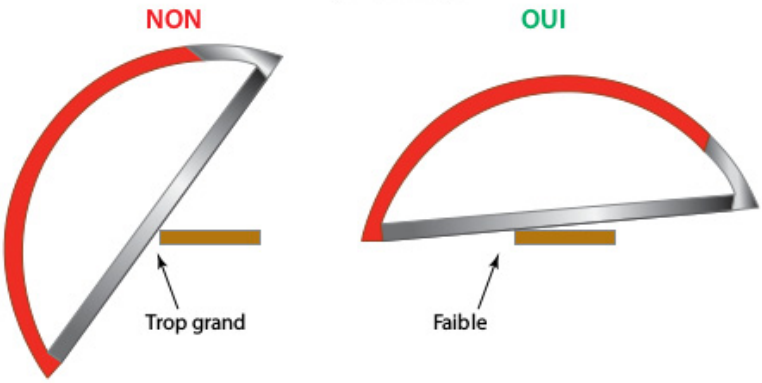
Pour obtenir une grande précision, il ne faut pas tracer plusieurs coupes à la fois sur la même pièce de bois, car des épaisseurs de coupe résulteront un manque de quelques millimètres. Il faut procéder à une coupe, puis mesurer et tracer la suivante.

Si plusieurs pièces ont la même longueur, on évitera de tracer à l'aide d'une pièce déjà coupée : le mètre est utilisé pour chaque pièce.

Coupe à la scie

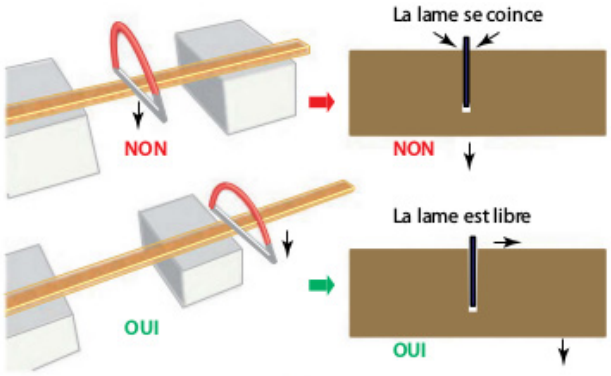
La scie doit former un angle très faible par rapport à la planche à couper. Lors de la coupe, il faut utiliser la plus grande longueur possible de lame, en va-et-vient lents et réguliers. Ainsi la lame ne chauffe pas et ne se déforme pas sous l'effet de la chaleur, ce qui aurait pour conséquence une coupe non rectiligne et irrégulière.

Angle de coupe

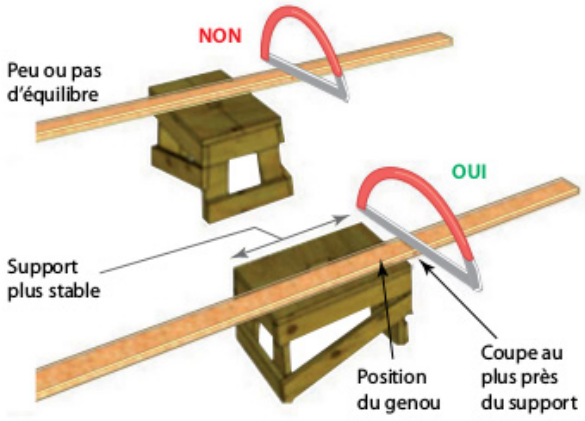


Le poste de travail doit être bien adapté :

- la coupe doit toujours pouvoir s'ouvrir donc on ne coupe pas entre deux appuis car si la coupe se ferme la lame se coince ;



- le scieur doit toujours trouver son bon équilibre et choisir un plan de travail adapté.



Pour démarrer la coupe, on peut coincer la pièce sur le support avec le genou, puis positionner le pouce sur la lame sans appuyer, pour rester sur le trait de coupe.

En fin de coupe, le bras peut passer dans la scie pour récupérer le morceau afin que celui-ci ne se casse pas en tombant.

POINTES

Les pointes servent à assembler les différents éléments d'un coffrage et doivent éviter la déformation des panneaux assemblés lors de leur déplacement et du coulage du béton.

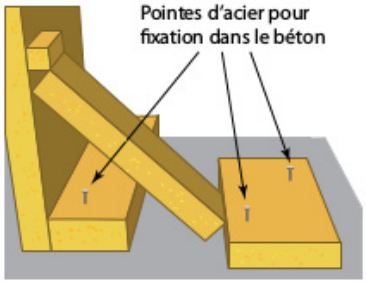
Elles travaillent à l'arrachement (avec peu de résistance), mais surtout au cisaillement.

Types de pointes

Les pointes les plus utilisées dans le coffrage traditionnel sont les pointes à tête plate de 55 et 70 mm de longueur, d'un diamètre d'environ 1,6 mm.

Des pointes à tête d'homme sont aussi utilisées, par exemple pour positionner une baguette d'angle ou une goutte d'eau (larmier).

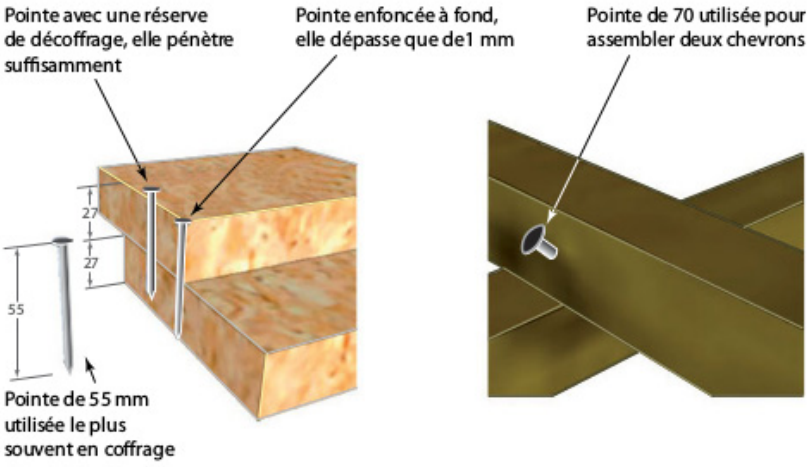
Des pointes d'acier peuvent être utiles pour le blocage de certaines planches dans le béton durci, mais attention : de grands efforts fournis sur ces pointes peuvent engendrer leur arrachement.



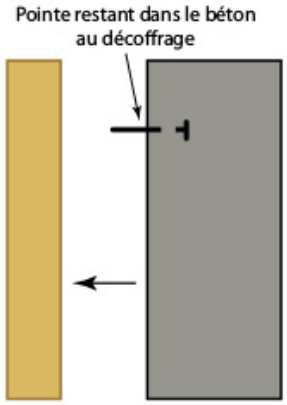
Principe d'assemblage

Lors du coffrage, il faut que les planches soient maintenues, mais il est inutile de placer trop de pointes. Celles-ci servent pour l'assemblage et non pas pour le maintien ni le serrage.

Deux pointes par planches à assembler suffisent. Elles seront disposées en quinconce.

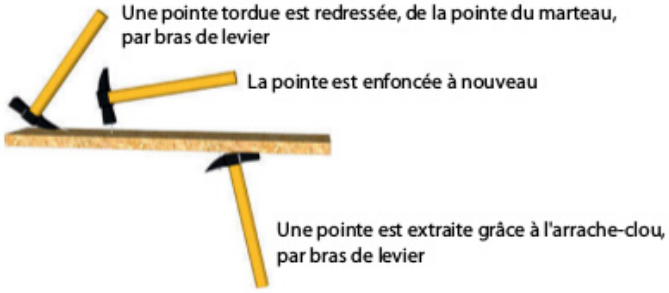


Les pointes en contact avec le béton doivent être enfoncées totalement, au risque sinon qu'elles restent dans le béton au décoffrage ou qu'elles endommagent le parement.



Pour faciliter le décoffrage, il suffit de laisser dépasser la pointe de quelques millimètres pour le passage des dents du marteau ou de l'arrache-clou, ce qui facilitera son extraction. Veiller à bien prendre appui sur le bois afin de faire levier : le marteau arrache-clou peut faire levier en appuyant sur le dessus de sa tête contre le bois ou bien, pour les pointes récalcitrantes, en faisant basculer le marteau à droite ou à gauche, ceci aide en particulier si la tête de la pointe est endommagée et ne peut se bloquer dans l'arrache-clou.

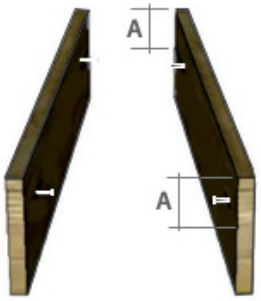
Redresser la pointe, la ressortir et l'extraire

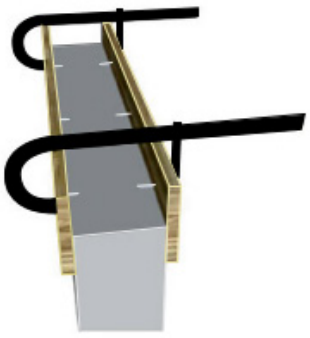


Maintien provisoire

Les pointes peuvent servir de maintien provisoire pour positionner deux planches avant de les serrer :

1. mesurer la hauteur à régler (A) sur les deux planches ;
2. clouer deux pointes à ce niveau, sans les enfoncer entièrement ;
3. poser les planches à l'emplacement désiré ;
4. poser les serre-joints, vérifier la hauteur ;
5. retirer les pointes.

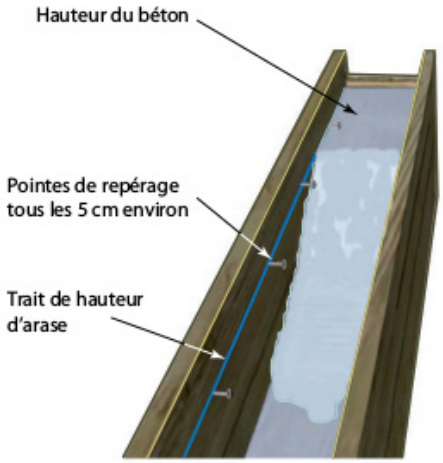




Indication de hauteur

Les pointes sont utiles pour indiquer une hauteur de coulage :

1. dès que le coffrage est réglé, marquer au traceur à poudre la ligne de l'arase voulue ;
2. clouer des pointes sur cette ligne sans les enfoncer entièrement, tous les 50 cm environ ;
3. couler le béton : les pointes indiquent la hauteur désirée ;
4. une fois le béton coulé et arasé, enlever les pointes : lorsque les pointes sont enlevées juste après le coulage il est possible de lisser une arase propre. Après séchage, les pointes risquent de casser les arêtes ou de rester dans le béton.

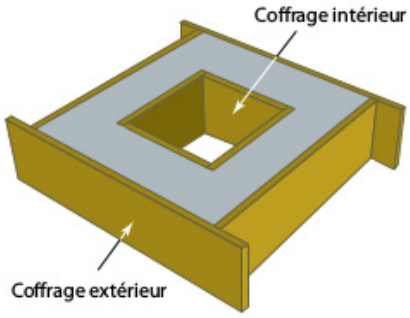


Coffrage extérieur ou intérieur

Il existe deux sortes de coffrages :

- le coffrage extérieur : il est rempli de béton (poutre, poteau, semelle, massif, etc.) ;
- le coffrage intérieur en cotes bloquées : pour une réservation, un mannequin, un négatif, etc.

La façon de coffrer et le calcul des cotes diffèrent donc pour ces deux cas.



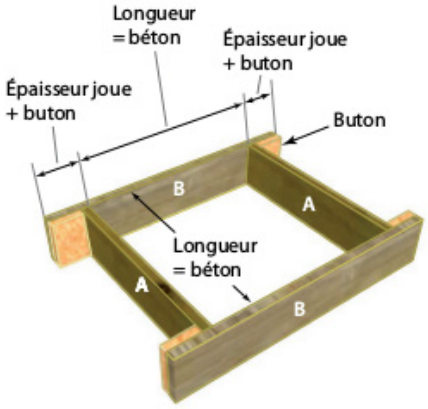
Principe du débit des joues de coffrage

Coffrage extérieur :

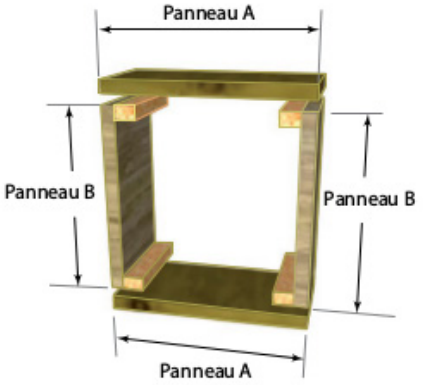
- le panneau fait la largeur de la semelle ;
- le panneau B la longueur de la semelle + 2 épaisseurs de joues A + 2 largeurs de butons.

Coffrage intérieur :

- le panneau A fait la largeur de la réservation ;
- le panneau B fait la longueur de la réservation – 2 épaisseurs de joues A.



Débit des joues de coffrage

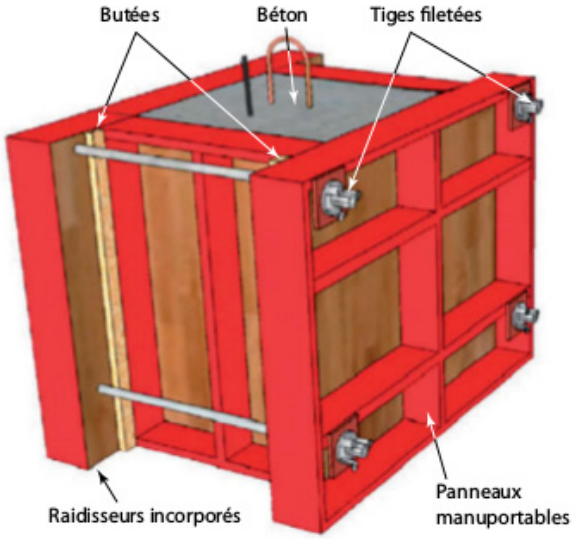


Réservation

COFFRAGE EXTÉRIEUR

Le coffrage extérieur, que l'on remplit de béton, nécessite un moyen de serrage (serre-joints ou tiges filetées).

Les butées empêchent les panneaux transversaux (parallèles au sens de serrage) de reculer sous la pression du béton (surtout en partie basse).

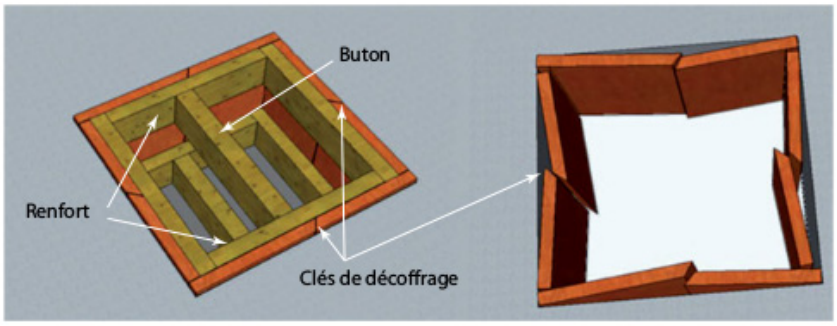


COFFRAGE INTÉRIEUR

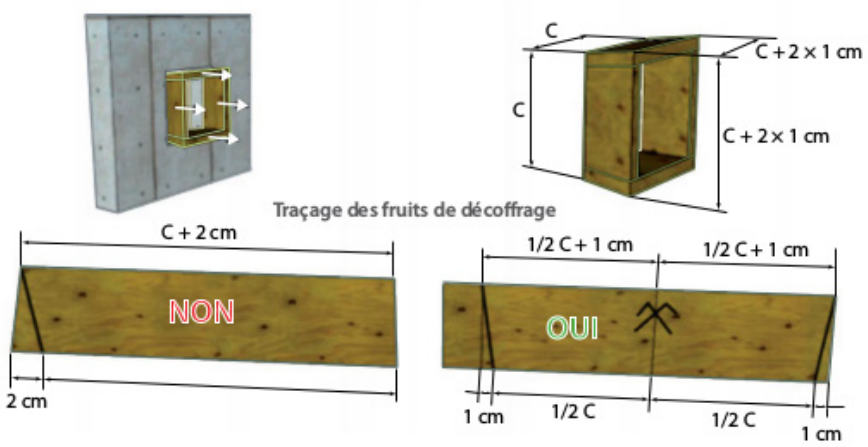
Le coffrage intérieur n'a pas de serrage, il nécessite un blocage dans la réservation.

Pour un décoffrage facile, plusieurs solutions sont possibles :

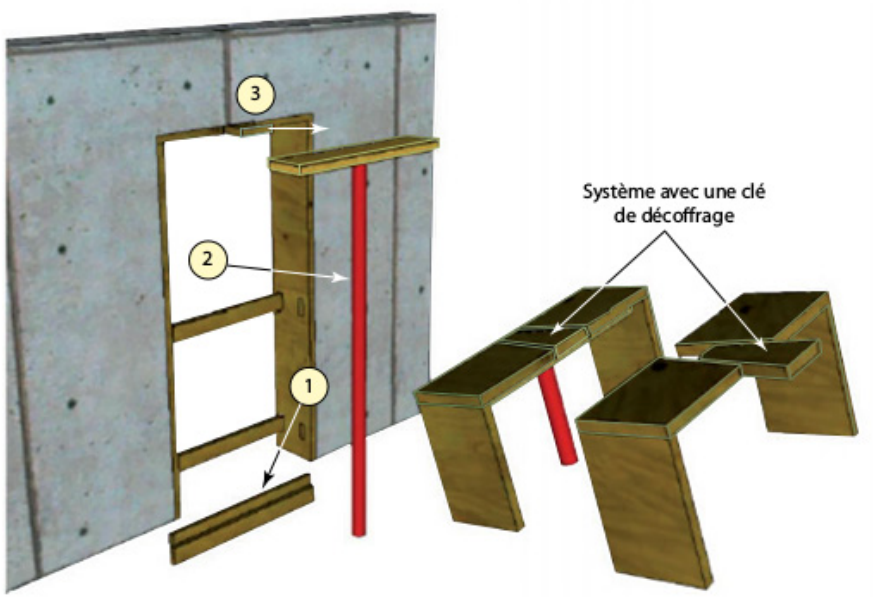
1. Confectionner plusieurs clés de décoffrage : par exemple, tous les panneaux sont coupés en leur moitié, avec une coupe à 45° (attention aux millimètres de la coupe à 45° : la longueur du panneau doit être ajustée en fonction). Le blocage s'effectue par renforts et butons.



2. Prévoir un fruit de décoffrage, c'est-à-dire un biais, réalisé sur l'ensemble de la réservation.



3. Réaliser une clé de décoffrage : une pièce de l'assemblage que l'on peut enlever facilement et qui libère les autres pièces.



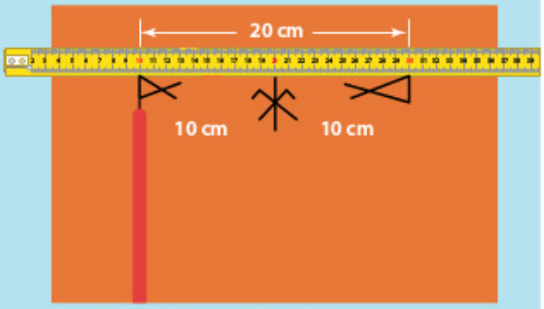
1. enlèvement des entretoises
2. dépose de l'étai
3. suppression de la clé de coffrage qui libère la sous-face du linteau

Le savoir-faire du maçon

En coffrage, il est important de calculer les cotes par rapport aux axes, cela évite les erreurs.

Les millimètres se tracent.

Pour être très précis lors d'un traçage :



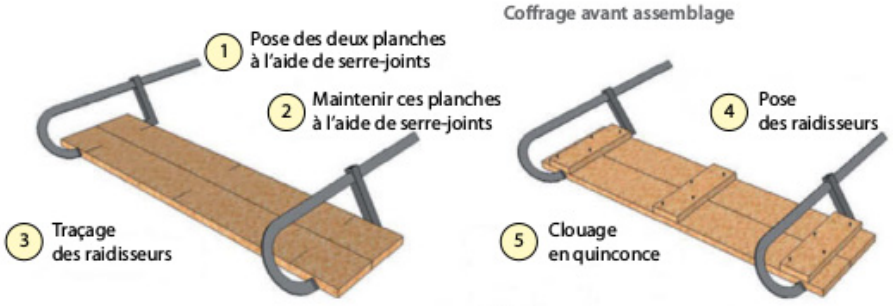
1. *tailler le crayon pour réaliser des traits fins ;*
2. *éviter de prendre pour zéro l'extrémité du mètre mais positionner plutôt le mètre en décalé, sur une dizaine (ici sur le 20). Attention cependant de ne pas faire d'erreur de mesure à cause de ce faux zéro ;*
3. *tracer la cote voulue (ici 10 cm) de part et d'autre de l'axe.*

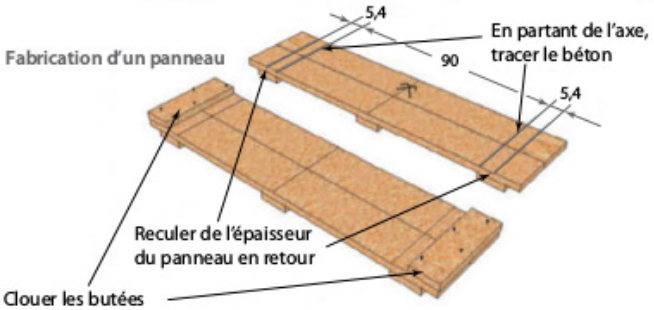
Exemple de réalisation

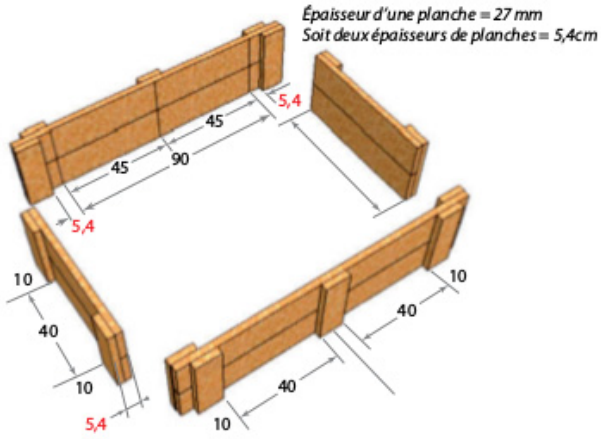
Après avoir réalisé le débit du bois aux cotes voulues, on assemble les panneaux en prenant soin de positionner précisément les butées.

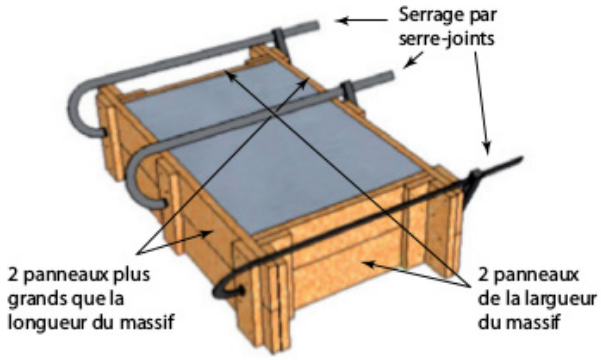
L'assemblage et le serrage se font à l'aide de serre-joints placés sur les raidisseurs.

Nota : pour être précisément aux cotes, il est préférable de couper certains panneaux 2 mm plus courts que la cote souhaitée. Par exemple, pour 60 cm, couper à 59,8 cm permettra d'ajuster les panneaux. En effet, si la cote du panneau est plus grande parce que la coupe est légèrement imprécise (pas droite ou pas d'équerre), il sera impossible d'avoir la cote finie demandée.









Huilage des coffrages

Le béton adhère sur le bois de coffrage ce qui nuit d'une part à la finition du béton et d'autre part à la réutilisation du bois. Afin d'obtenir la finition voulue et de récupérer les bois sans grand effort de nettoyage, on badigeonne le coffrage d'une huile spécifique.

Poteau en BA

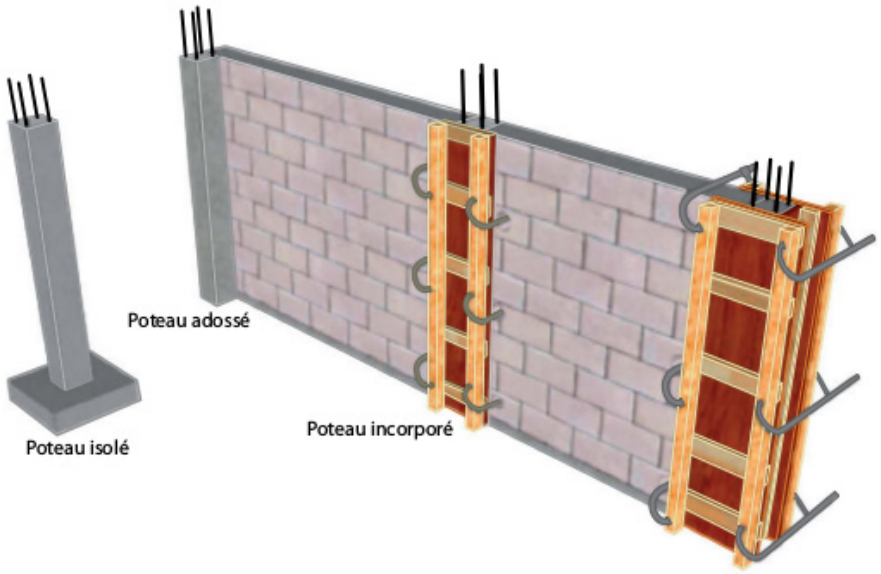
Le poteau supporte une charge verticale. Il sert aussi de chaînage vertical et contribue ainsi à la stabilité de la construction. Il reprend une poutre, un linteau ou un plancher.

Cet élément porteur transmet au sol, en un point d'appui, des charges concentrées. La semelle de fondation doit être dimensionnée en fonction de la charge concernée.

Le poteau travaille surtout en compression mais il doit également supporter des efforts horizontaux et obliques donc travailler en flexion. C'est pourquoi son armature est composée de barres longitudinales et de cadres, et éventuellement d'étriers en armature transversale.

Dans une construction, on rencontre plusieurs types de poteaux BA :

- isolés ;
- incorporés dans l'épaisseur d'un mur de blocs ;
- en extrémité d'un mur (en about) ;
- adossés à un mur.

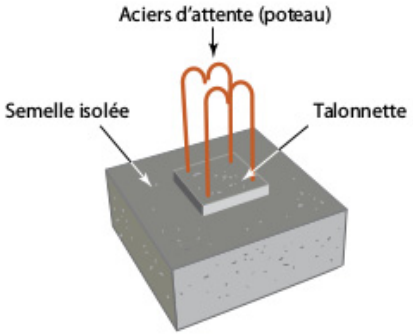


Pour les poteaux isolés, l'implantation, précise et d'équerre par rapport au reste de la construction, se fait sur la semelle de fondation ou le plancher.

La rigidité des panneaux de coffrage est obtenue grâce aux raidisseurs horizontaux – plus rapprochés en partie basse – et à des raidisseurs verticaux servant au serrage, soit par serre-joints soit par tiges filetées, plaques et papillons.

TALONNETTE

Une talonnette, ou amorce, de 3 à 4 cm facilite la mise en place et la stabilité du coffrage. Elle est réalisée à l'aide d'un petit coffrage en lattes.



PRÉPARATION DU COFFRAGE

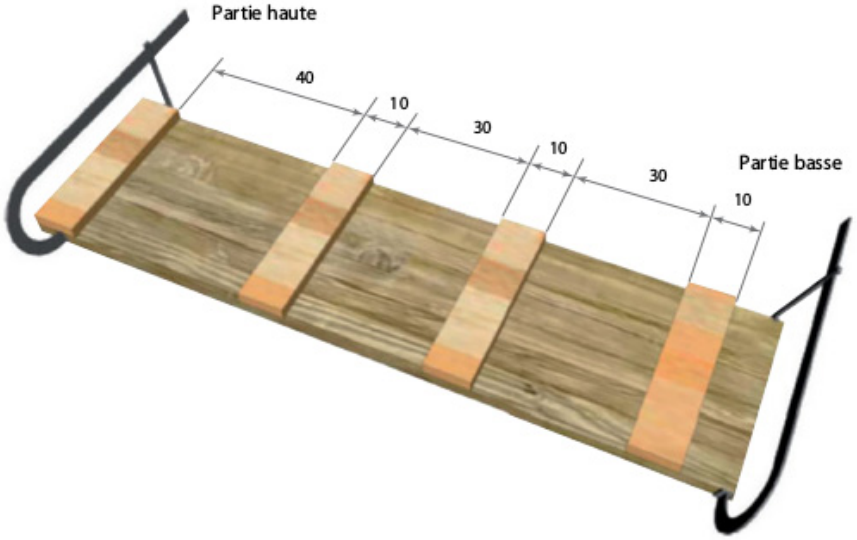
Pour le coffrage on réalise deux demi-coquilles, chacune constituée de deux pans assemblés perpendiculairement.

Les demi-coquilles sont parfaitement identiques, afin de pouvoir s'imbriquer l'une dans l'autre en laissant en leur centre la géométrie du poteau désiré.

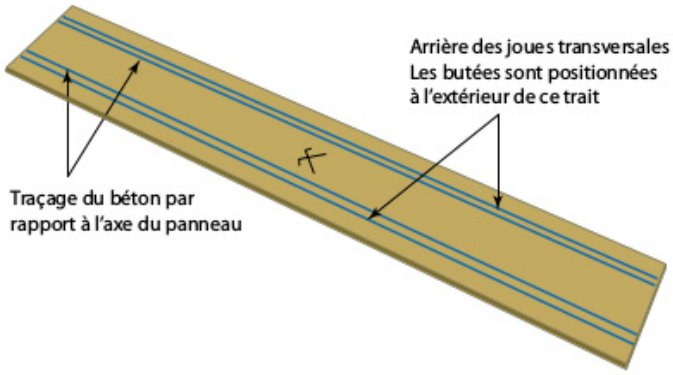
Les pointes de fixation des butées sont plus rapprochées en partie basse, pour une question de résistance. Elles dépassent de quelques millimètres pour le décoffrage.

Mise en œuvre d'une demi-coquille :

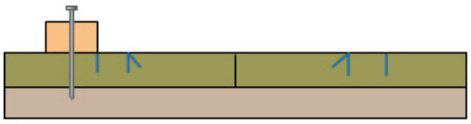
1. les planches de la face large du coffrage sont maintenues par deux serre-joints, les raidisseurs primaires sont positionnés, plus rapprochés en partie basse car la pression du béton y est plus importante ;



2. l'élément est retourné pour tracer sur la face interne, à l'axe, la dimension du poteau ;

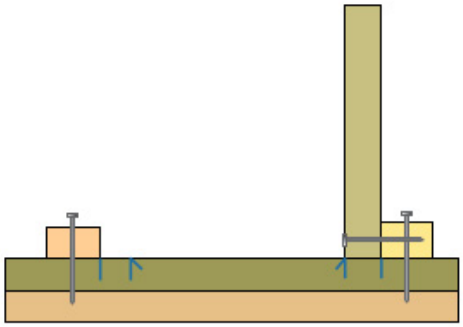


3. la première butée est positionnée et fixée sur le panneau ;



4. la joue transversale de coffrage est fixée sur la deuxième butée ;

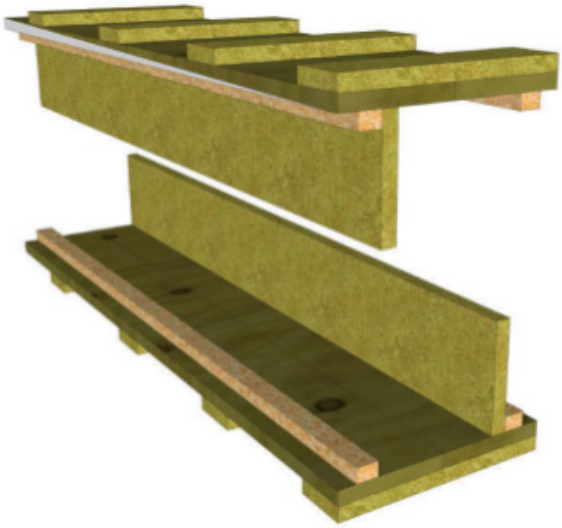
5. la joue transversale est fixée sur la joue principale, ce qui forme une demi-coquille.



Fixation de la joue

Demi-coquille

L'autre demi-coquille est assemblée de la même manière mais attention ces deux pièces sont symétriques et non pas identiques : sur les joues principales les raidisseurs sont resserrés vers le bas, donc la joue transversale de la seconde demi-coquille doit être fixée à l'inverse de la première demi-coquille.



MISE EN PLACE

L'armature du poteau est mise en place, ligaturée sur les barres en attente. Des cales d'armature sont positionnées, elles ont pour rôle de conserver à l'armature sa place exacte lors du coulage du béton.

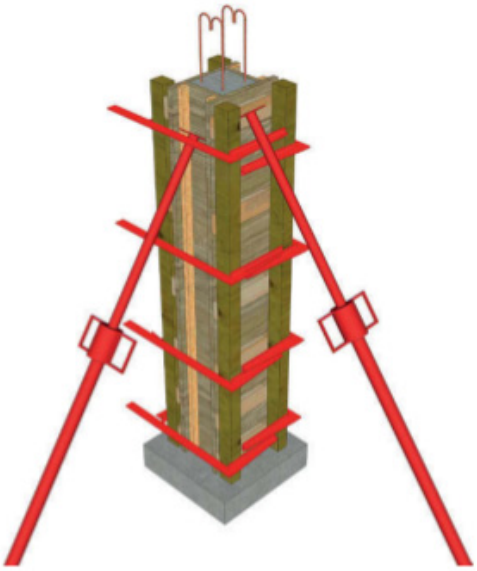
Les demi-coquilles sont huilées pour faciliter le décoffrage et assemblées autour de la talonnette.

Pose de la première demi coquille

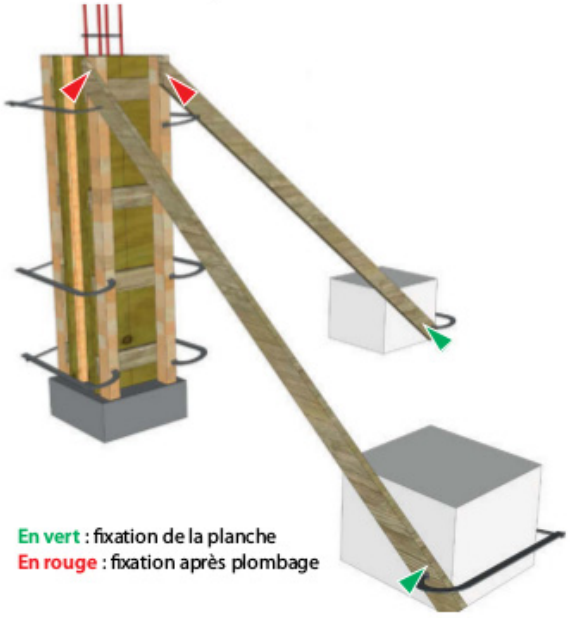
Fermeture du coffrage par pose de la deuxième demi-coquille

Le coffrage est stabilisé et mis d'aplomb par la pose des raidisseurs secondaires et la mise en place de serre-joints, d'étais simples, d'étais tire-pousse ou de contrefiches fixées sur des lests.

Stabilisation par des étais



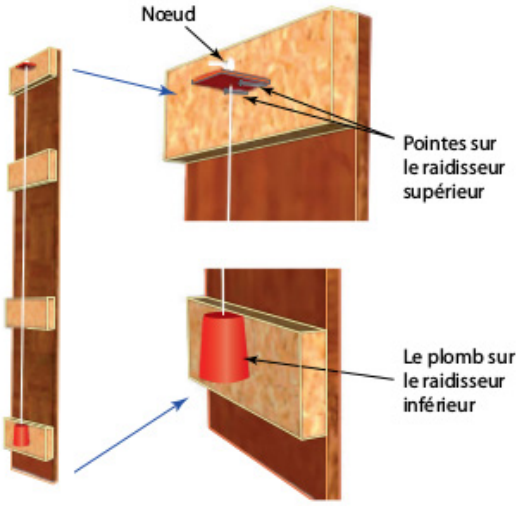
Stabilisation par des contrefiches lestées



Mise à l'aplomb de deux faces perpendiculaires

1. Mise à l'aplomb par réglage des étais :

- *placer deux pointes sur le raidisseur supérieur ;*
- *mesurer la longueur du fil à plomb jusqu'au niveau du raidisseur inférieur et faire un nœud au cordeau sur le chas du fil à plomb ;*
- *poser le chas sur les pointes du raidisseur supérieur ;*
- *régler l'aplomb en vissant ou dévissant les étais.*



Vérification sur coffrage

2. Mise à l'aplomb et stabilisation sans étais :

- *placer deux lests (blocs béton) en regard de deux faces perpendiculaires du poteau ;*
- *fixer fermement une planche sur un des lests à l'aide d'un serre-joint et en la posant au sol, elle doit être suffisamment longue pour pouvoir rejoindre le poteau ;*
- *régler l'aplomb du poteau et clouer la planche en partie haute sur le coffrage du poteau ;*
- *renouveler l'opération pour la deuxième face.*

COULAGE DU POTEAU

Une fois le béton préparé selon les préconisations (voir chap. 4, tableau 1), il peut être coulé dans le coffrage et vibré (voir chap. 4, § mise en œuvre du béton).

Lors du coulage, le coffrage peut légèrement bouger. Il est donc impératif de vérifier les aplombs dans les deux sens (perpendiculairement) avant que le béton n'ait commencé sa prise.

On peut alors procéder au nettoyage du chantier.

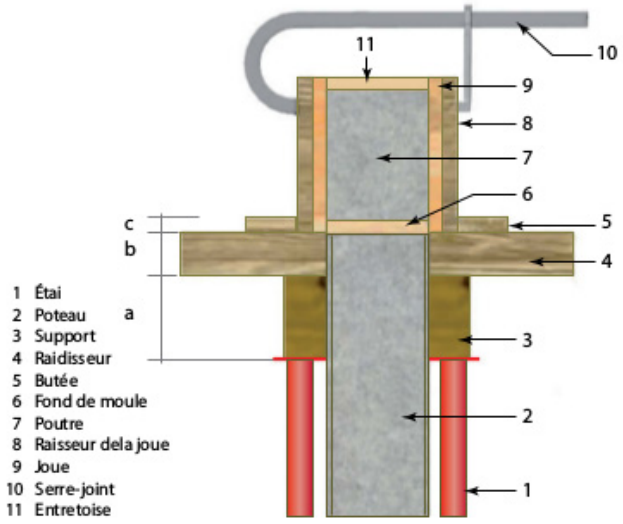
Après le décoffrage, les éléments de coffrage seront nettoyés en vue d'une réutilisation.

Coffrage d'une poutre

Les grandes étapes de la réalisation d'une poutre béton sont les suivantes :

1. Traçage de l'étaiement.
2. Pose des étais.
3. Pose des raidisseurs primaires.
4. Pose des raidisseurs secondaires.
5. Pose du fond de moule.
6. Pose de l'armature avec cales d'enrobage.
7. Pose des joues.
8. Serrage de l'ensemble.
9. Coulage et vibration.
10. Nettoyage.

Coupe sur le coffrage d'une poutre



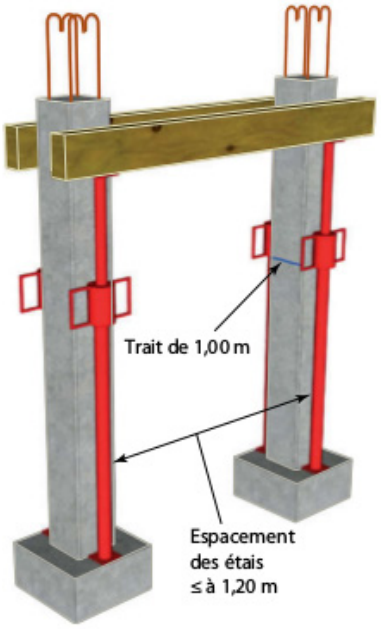
Pour le coffrage d'une poutre, il est nécessaire de maintenir le coffrage à la bonne hauteur et d'assurer la sécurité des travailleurs : des bastings portés et réglés par des étais servent de support du coffrage (raidisseurs primaires).

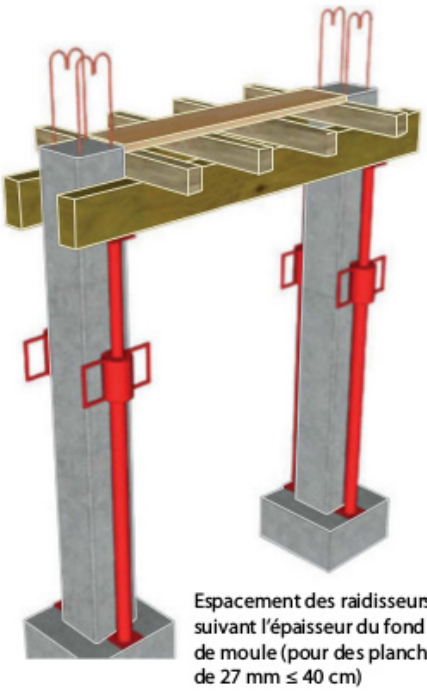
Sur ces bois sont placés des raidisseurs afin que le fond de moule (coffrage de la sous-face de la poutre) ne se déforme pas sous la poussée du béton.

Le niveau supérieur du fond de moule est réglé à la hauteur voulue (hauteur de passage sous poutre), à partir du trait de niveau de 1 m, en vissant ou dévissant les étais.

Le fond de moule doit tenir compte d'une marge de décoffrage côté appuis de 1 cm sur la longueur (5 mm de chaque côté). Ce jour est bouché par un joint de silicone

pour éviter au béton de s'échapper lors du coulage. La longueur du fond de moule est donc le vide entre appuis – 1 cm.





Espacement des raidisseurs suivant l'épaisseur du fond de moule (pour des planches de 27 mm ≤ 40 cm)

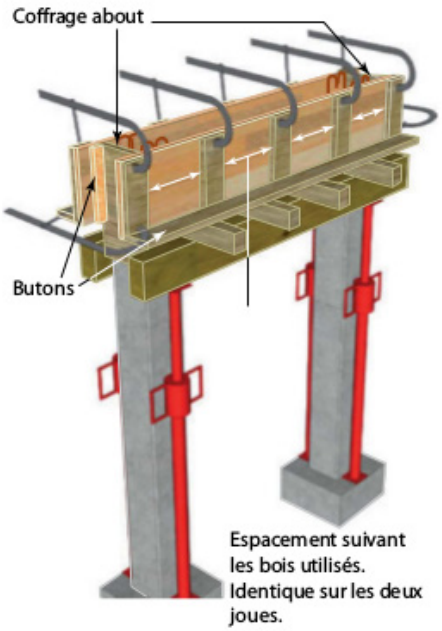
Lors de la pose de l'armature en aciers, des cales d'enrobage sont utilisées, en dessous et latéralement, afin que les armatures soient suffisamment écartées de la peau de coffrage.

Pour la réalisation des joues de coffrage, plusieurs planches sont assemblées si la hauteur de la poutre est supérieure à la largeur d'une seule planche. Les raidisseurs sont positionnés suivant l'épaisseur des bois utilisés et en les positionnant en vis-à-vis.

Une planche de butée posée sur les raidisseurs horizontaux vient maintenir les joues en partie basse. Cette planche est clouée ou vissée sur les raidisseurs.

Les extrémités de la poutre sont fermées par de petites joues transversales.

Les panneaux ainsi formés sont serrés par des serre-joints en veillant à placer au moins une entretoise sur la longueur de la poutre.



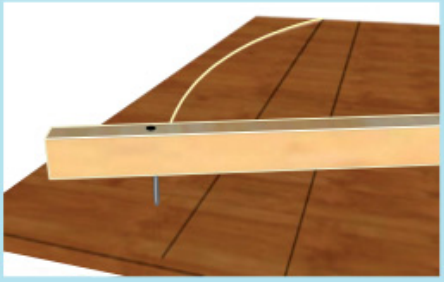
Coffrage d'un linteau cintré

Pour les coffrages cintrés, il est préférable de tracer une épure qui guidera utilement dans la prise des mesures. On fait figurer deux rayons : le rayon fini et le rayon brut, celui-ci correspond au rayon fini moins l'épaisseur du contreplaqué.

Les joues en planches ou en contreplaqué sont découpées à la scie sauteuse. Entre ces joues viennent prendre place des lattes découpées exactement à la bonne dimension. Ces lattes reçoivent le contreplaqué de 5 mm préalablement mouillé.

Le savoir-faire du maçon

Pour une grande précision, le tracé de l'arc de cercle s'effectue à l'aide d'une latte garnie de deux pointes : une pour le centre et l'autre pour le traçage de l'arc.

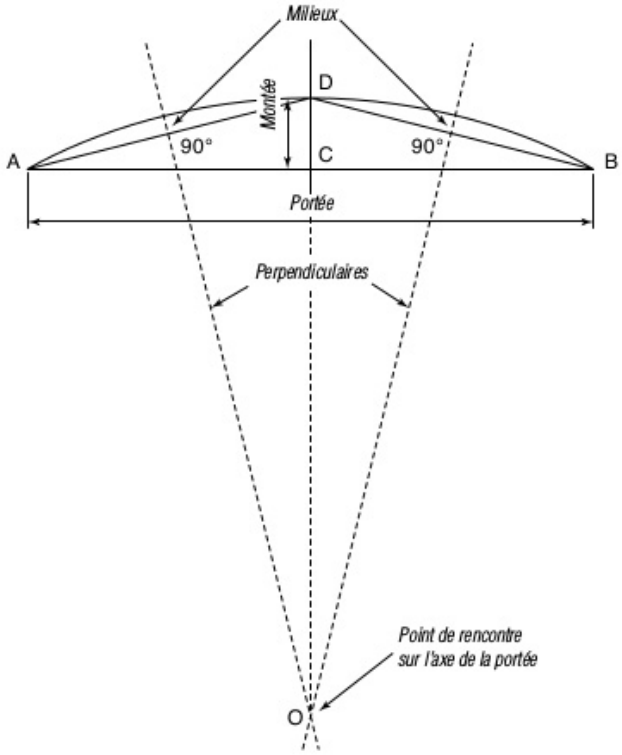


On développe ci-dessous, à titre d'exemple, la mise en œuvre d'un linteau en arc surbaissé de portée 1,20 m et d'une montée de 15 cm. L'avantage de ce coffrage est qu'il sera facilement réutilisable.

TRAÇAGE D'UN LINTEAU EN ARC SURBAISSÉ

La portée AB et la montée CD sont connues : la distance AB correspond à la largeur de l'ouverture, la montée CD est choisie en fonction de l'aspect voulu.

Tracer AD et BD puis les médiatrices de AD et BD : leur intersection donne le centre de l'arc.



PRÉPARATION DU COFFRAGE

Le coffrage comprend une caisse avec un relevé de 10 cm aux extrémités qui permettra le réglage de niveau.

Le fond de moule est composé d'une planche de 20 cm, d'une longueur de 1,19 m.

> ***Le savoir-faire du maçon***
>
> *Afin de pouvoir décoffrer facilement, ne pas trop ajuster le coffrage à la maçonnerie : prévoir une petite marge de 5 mm à chaque extrémité (soit une longueur de coffrage de 1 cm de moins que l'ouverture). Cette marge sera comblée par un joint en silicone à la pose du coffrage.*

Cette planche est munie de deux lattes de 1,16 m clouées à 15 mm des bords pour laisser l'emplacement des joues de contreplaqué de 15 mm.

Sur ce fond de moule, les deux abouts (de dimensions 10 × 17 cm) sont vissés aux lattes.

Après le traçage des joues sur un contreplaqué de 15 mm, celles-ci sont découpées à la scie sauteuse puis fixées sur le fond de moule.

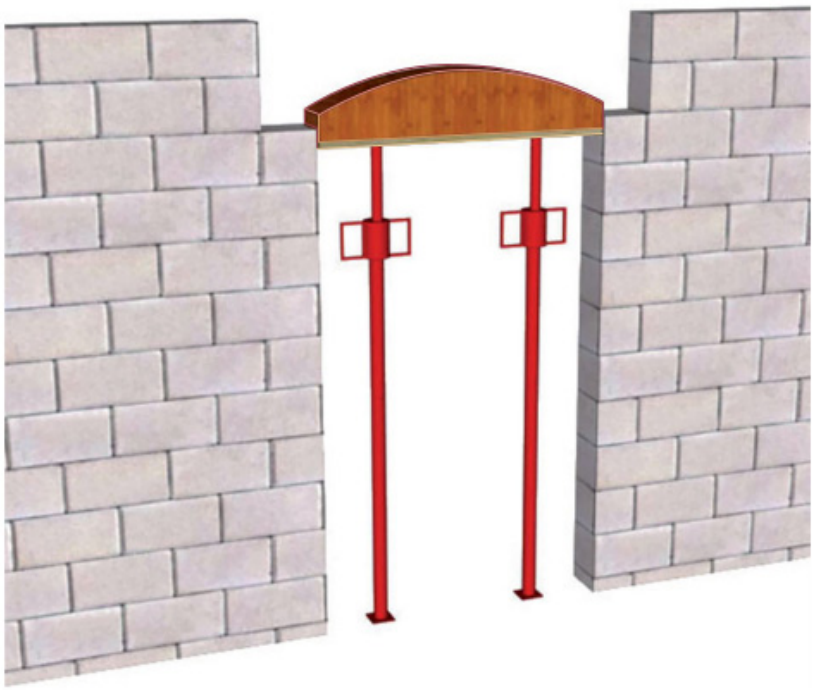
Les lattes sont découpées à la largeur du linteau moins deux épaisseurs de contreplaqué de 15 mm, soit 17 cm. Elles sont positionnées tous les 7 cm environ et clouées ou vissées aux joues. Elles servent de raidisseurs pour le contreplaqué de la face supérieure.

Une bande de contreplaqué de 5 mm de 20 cm de large est découpée à la bonne longueur (ou en conservant un peu de longueur qui sera ensuite ajustée, voir photo). Cette bande est trempée dans l'eau durant une heure environ puis pointée sur l'ossature à l'aide de pointes de 30 mm.

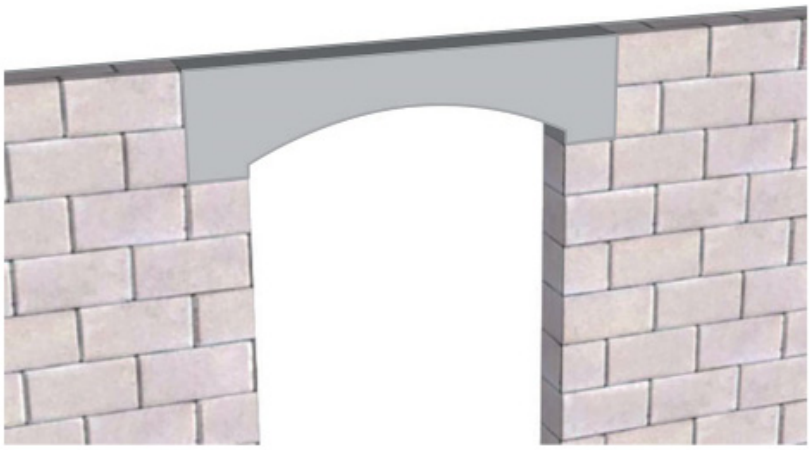
Après huilage, le fond de coffrage est prêt à être installé.

COULAGE DE L'ARC

Le coffrage est mis en place et réglé à la hauteur voulue, le point bas de l'arc donne la hauteur de passage minimale.



Les joues extérieures sont coffrées comme pour un linteau traditionnel, puis le ferraillage est mis en place le béton coulé.



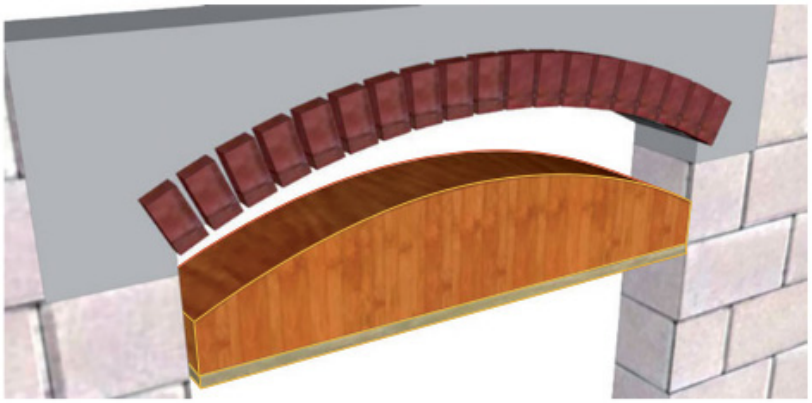
Linteau à parement de briques

Un coffrage d'arc prévu pour couler un linteau en BA peut être utilisé pour réaliser un arc à parement de briques.

Pour un mur de 20 cm d'épaisseur, avec des briques pleines de 22 cm de long, procéder comme suit :

- *calepiner les briques à partir de l'axe du coffrage, en les espaçant de 8 mm en partie basse ;*

- *maçonner les briques en saillie de 4 cm : une fois l'enduit réalisé, elles dépasseront du mur de 2 cm environ (côté intérieur du mur la brique, qui fait 22 cm, est en retrait du mur de 2 cm, cet espace sera comblé à l'enduit) ;*
- *le dessus du linteau est réalisé en béton : prévoir pour la face extérieure du mur une joue de coffrage en contreplaqué, découpée en arc, posée sur les briques et pour la face intérieure une joue toute hauteur. Le maintien est réalisé comme pour un linteau traditionnel.*



TROISIÈME PARTIE

AMÉNAGEMENTS EXTÉRIEURS

MURS

7

Mur de clôture

IMPLANTATION

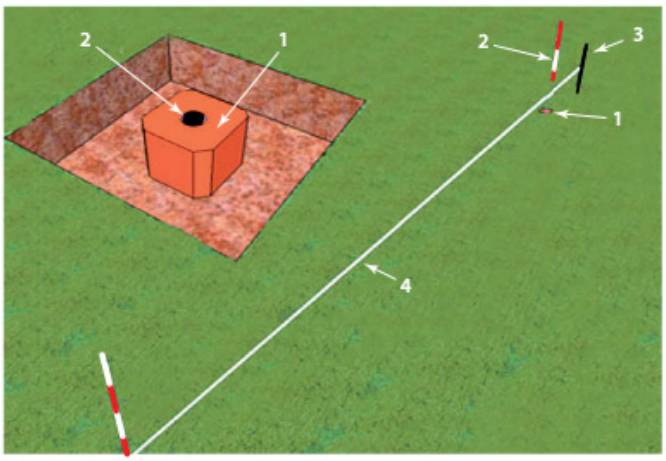
Avant de procéder à l'implantation d'un mur de clôture il faut bien entendu disposer de l'autorisation d'urbanisme (voir chap. 2) et avoir défini si ce mur est mitoyen ou non (voir chap. 3).

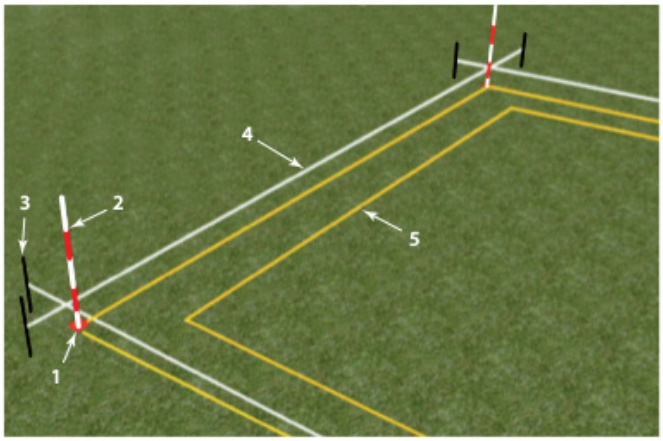
Si le terrain est borné il faut dégager les bornes [1] concernées par la mise en place de la clôture puis poser des jalons [2] à l'intérieur. Un cordeau peut alors être tendu entre les jalons [4], il définit l'alignement à ne pas dépasser, enduit compris.

Attention

Les bornes ne doivent jamais être enlevées ni déplacées. Elles feront foi de l'implantation correcte.

À l'intérieur de ce trait d'alignement (en cas de non-mitoyenneté de la clôture) ou bien à son axe (en cas de mitoyenneté), mesurer la largeur de la fouille et planter, en retrait des angles, des chaises d'implantation ou des piquets de fer [3] pour tendre des cordeaux qui serviront de guide au traçage [5] (peinture en bombe ou plâtre).





Nota : en cas de non-mitoyenneté, il est préférable de se tenir en retrait de quelques centimètres de l'alignement exact (pour prendre en compte les éventuels aléas de la mise en œuvre) afin de ne pas avoir de problème avec le voisinage.

FONDATION

Terrassement

Le terrassement peut, selon son ampleur, s'effectuer mécaniquement (à la pelle mécanique) ou manuellement (à la pioche et à la pelle).

Les bords de fouille en limite de propriété doivent impérativement être rectilignes.

La profondeur dépend de la région, la base de la fondation doit être hors gel. Lorsque la semelle de fondation n'est pas suffisamment profonde et que la zone gélive est en dessous de la fondation, cela provoque des désordres dans la construction.

Carte de France des profondeurs hors gel

La carte indique la profondeur hors gel pour une altitude < 150 m. Au-delà de 150 m, augmenter cette profondeur de 2,5 cm par tranche de 100 m.

Pour un mur de clôture on réalise une fondation par semelle plate (dite aussi semelle filante ou continue), adéquate pour des charges moyennes. Ce type de fondation est utilisé quand le bon sol se trouve hors gel et que le poids de la construction n'est pas trop important (mur de clôture, petit agrandissement, maison de jardin, etc.). Ce type de semelle est aussi utilisé, avec un dimensionnement plus conséquent, pour des ouvrages de taille plus importante (maison par exemple).

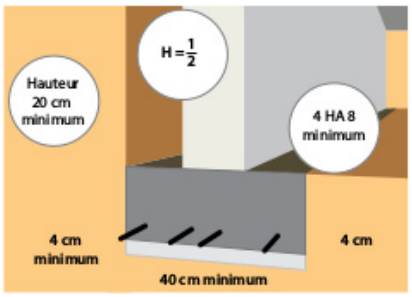
Son épaisseur peut aller de 20 à 25 cm de béton. Dans ces cas-là, la largeur de la semelle est de 40 cm minimum, avec un ferraillage simple.

Dans le cas d'un mur de retenue de terre, la largeur de la fondation doit être plus importante (voir § mur de soutènement).

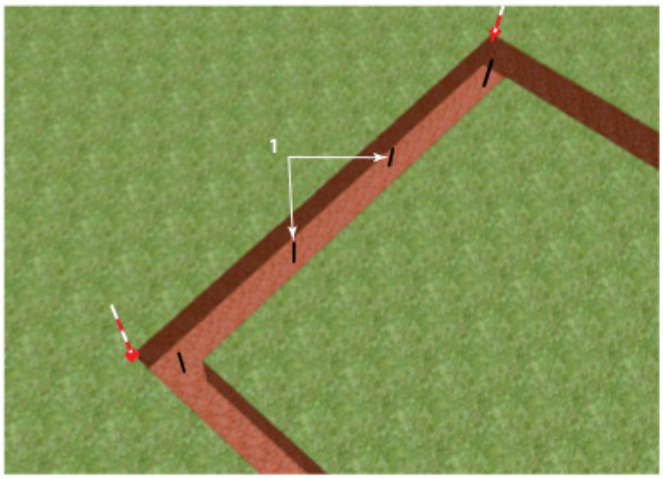
Schéma d'une semelle filante

La semelle a pour caractéristiques :

- largeur minimale 40 cm ;
- hauteur = largeur/2 soit 20 cm minimum ;
- ferraillage par quatre aciers HA 8 (diamètre 8 mm) filants ;
- enrobage d'au moins 4 cm.
- Pour bien isoler les aciers de la terre il est préconisé de réaliser un béton de propreté de 5 cm sous la semelle.



Une fois la fouille réalisée, des piquets peuvent y être plantés [1], tous les 2 m environ, afin d'indiquer le niveau fini de la fondation (le haut du piquet affleurera le béton).



Coulage

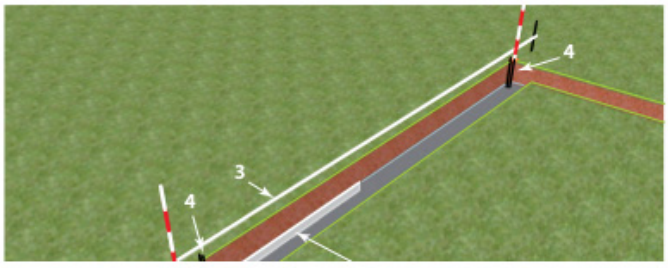
Le coulage s'effectue dès que le terrassement est terminé afin que les intempéries ne viennent pas perturber le fond de fouille.

Le béton est dosé à 300 kg/m³ minimum. La plasticité du béton est de mise, sans mouiller en excès d'eau (voir chap. 4, § mise en œuvre du béton, coulage).

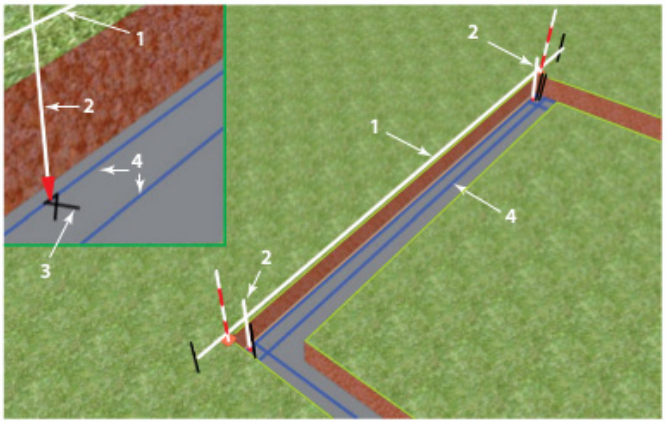
Les piquets en fond de fouille [1] aident à régler le niveau fini à l'aide de la règle métallique [2], pour rendre la surface de la semelle la plus plane possible et surtout de niveau.

Il est bon de talocher la surface du béton en fin de coulage ce qui permet de disposer d'une surface bien nette pour effectuer ensuite le tracé du mur.

Dès la fin du coulage, quand le béton n'a pas encore fait sa prise, il est primordial de planter, par rapport au cordeau d'alignement [3], les fers en attente des chaînages verticaux d'angles (2 fers HA 10) [4]. Ils sont positionnés de manière à ce qu'ils passent dans la réservation du bloc béton d'angle correctement placé. Les fers doivent pouvoir passer dans cette réservation à 3 cm au moins des parois du bloc, pour respecter la distance minimale d'enrobage.



On descend à chaque extrémité l'aplomb des cordeaux d'implantation [1], à l'aide d'un plomb d'axe [2] et d'un trait de crayon [3]. On effectue alors le tracé du mur sur la semelle de béton [4] avec le cordeau traceur.



Nota : l'aplomb par rapport aux cordeaux d'implantation peut se faire à l'aide d'un grand niveau mais le plomb d'axe reste beaucoup plus précis.

Semelle de fondation

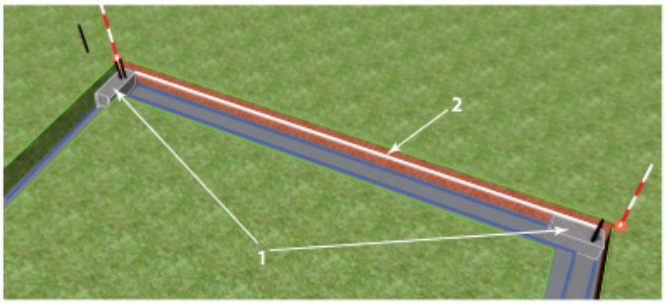
Les fers d'attente ont été positionnés et le tracé du mur est réalisé : la semelle est prête à recevoir le mur.

À savoir

Lorsque les contraintes l'exigent, on prévoit des chaînages verticaux intermédiaires : voir § mur de soutènement, mur en blocs béton creux.

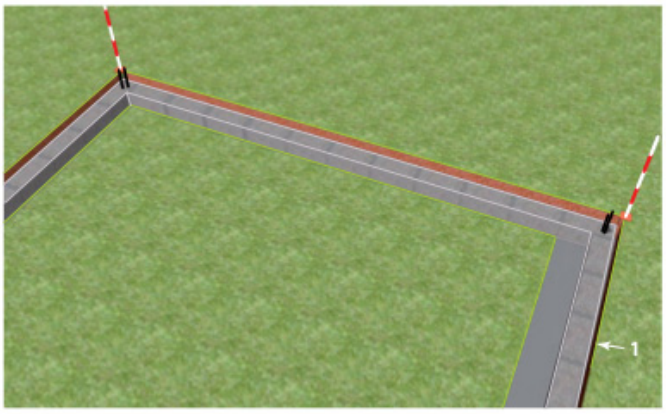
Avant de commencer à maçonner le premier rang, on calcule le calepinage en longueur pour prévoir les éventuels blocs coupés ou la répartition des joints verticaux sur plusieurs blocs (voir chap. 5).

Les blocs béton de tête [1] sont alors plombés et le cordeau [2] tendu entre eux (voir chap. 5). Puis les blocs intermédiaires sont maçonnés, bien alignés par rapport aux blocs d'angle.

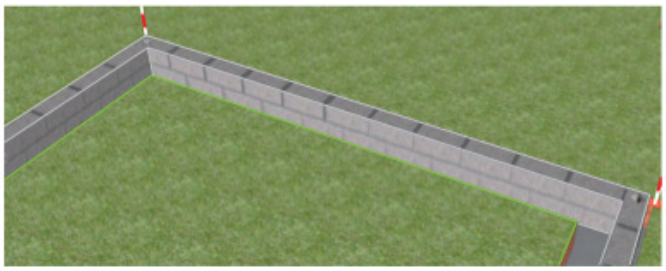


Comblement du bas de mur

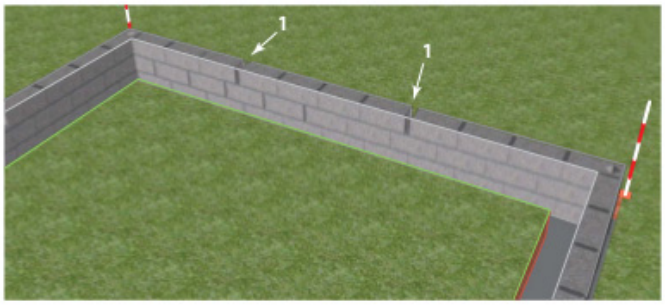
Le petit jour [1] entre le mur et le terrassement sera rempli en sable.



Pour la maçonnerie des rangs suivants on répète les opérations en croisant les blocs de tête.

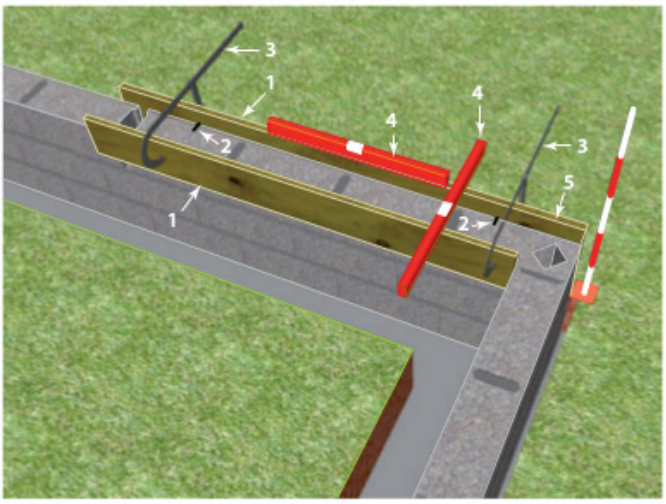


Au dernier rang, s'il est prévu des piquets de grillage, laisser des joints larges (5 cm) tous les 2 mètres [1] permet de sceller les potelets métalliques.



ARASES ET CHAÎNAGE HORIZONTAL

Une fois le mur maçonné il faut le régler en hauteur, le mettre bien de niveau. L'arase est cet ouvrage servant à mettre à une hauteur définie un haut de mur, un pignon, etc. Elle peut être en béton armé, ou en mortier quand elle est de faible épaisseur et n'a de fonction de chaînage.



Pour réaliser une arase ferraillée (fonction de chaînage horizontal), un coffrage simple en planche [1] maintenu par des serre-joints [3] est mis en place de niveau :

On choisit des planches d'une largeur suffisante pour couvrir l'épaisseur de l'arase (7 cm au minimum [5]) et l'appui sur le mur (5 cm au minimum).

Des pointes viennent, à 7 cm du haut de la planche, créer un appui provisoire dans l'attente de la pose des serre-joints (voir chap. 6, § pointes, maintien provisoire) [2].

Pour faciliter le réglage de niveau seulement deux serre-joints sont placés aux extrémités du coffrage. Les serre-joints intermédiaires sont positionnés une fois le coffrage mis de niveau dans les deux sens [4].

Coffrage d'arase

Il est préférable d'installer les aciers filants avant de serrer les planches car ils ne pourront pas toujours être placés dans le coffrage une fois les serre-joints positionnés.

Les aciers du chaînage vertical doivent être reliés avec les aciers du chaînage horizontal par deux équerres : une branche pénétrant dans la réservation du bloc et la seconde restant sur le mur.

Le béton, dosé à 350 kg/m³, est mis en place avec une consistance suffisamment plastique afin de pouvoir vibrer le béton en tapant au marteau sur les planches extérieures (cette vibration par l'extérieur est tolérée pour de petits ouvrages).

Le tirage du béton s'effectue à l'aide d'une petite règle avancée en va-et-vient sur les planches de coffrage.

Le talochage du béton, à l'aide d'un talochon, ne doit pas offrir une finition trop lisse, afin de permettre l'adhérence d'une chape de finition ou de la colle à tablettes (voir plus bas).

Le décoffrage pourra se faire après 24 heures si la température minimale a été de 15 °C ou plus.

REDANS

Pour des fondations sur un terrain en pente, il faut réaliser des semelles filantes en redans. En effet, les fondations doivent impérativement être horizontales.

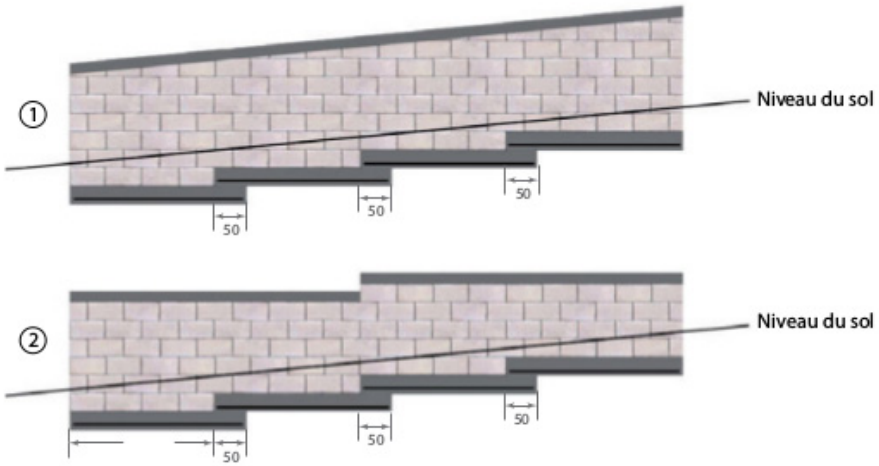
La longueur des redans est définie suivant la pente du terrain mais aussi en tenant compte de la hauteur d'un bloc (20 cm) pour que la maçonnerie vienne épouser naturellement ces redans.

Le recouvrement entre deux redans doit être ≥ à 50 cm.

L'arase du mur peut être en pente ou avec des décrochés, selon la pente et l'esthétique souhaitée.

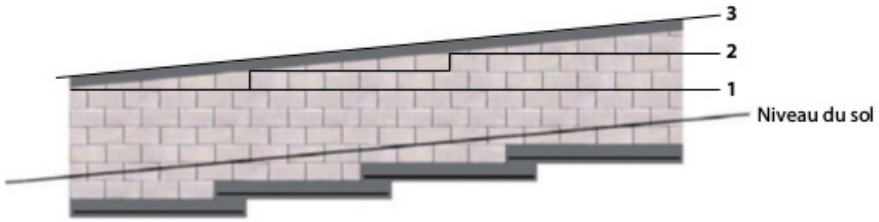
Mur sur fondation à redans

1. Avec arase en pente
2. Avec arase en décrochés



Arase en pente

1. *Le mur est monté sur un certain nombre de rangs complets, jusqu'à une arase horizontale.*
2. *Selon l'inclinaison de la pente, des rangs partiels de blocs entiers sont maçonnés (longueur décroissante à chaque rang).*
3. *Pour dessiner la pente finie, on tend un cordeau à la position voulue et on complète de blocs coupés de biais, sans oublier de tenir compte des 7 cm d'arase ferraillée.*



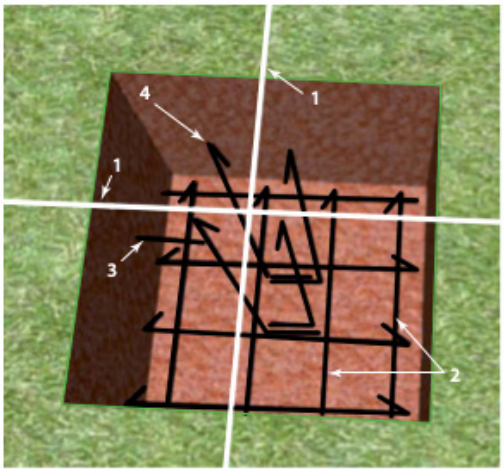
PILIER DE CLÔTURE ISOLÉ

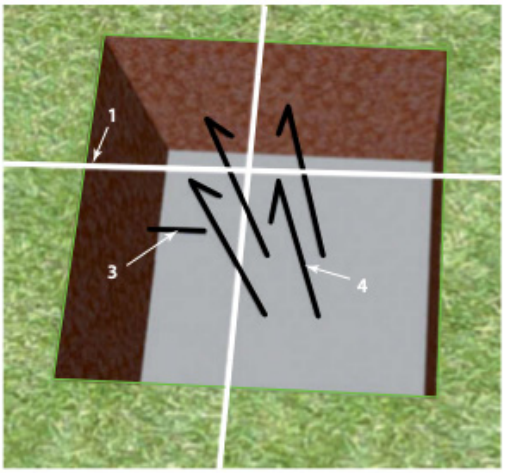
Pour un pilier ou poteau, après avoir implanté les axes [1], le terrassement de la fondation en semelle isolée est prévu hors gel (voir plus haut).

La fondation travaille dans les deux sens, les aciers porteurs forment donc un quadrillage [2], généralement préfabriqué, placé en partie basse (zone tendue).

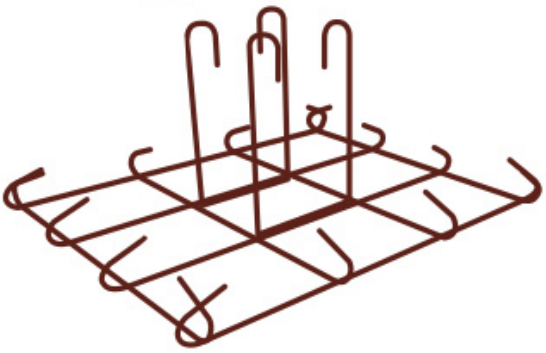
On positionne ensuite une barre d'acier indiquant la hauteur finie du béton à couler [3] et les aciers en attente du pilier [4].

Le béton est dosé à 350 kg/m³.

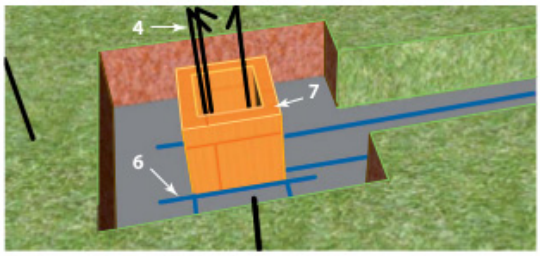




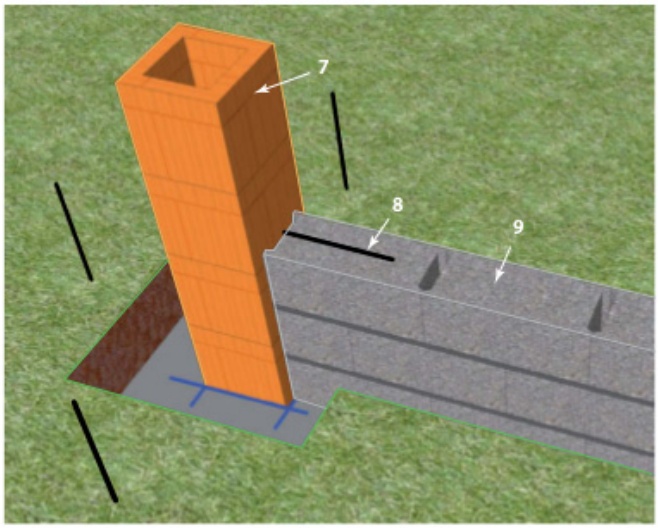
Ferraillage préfabriqué de semelle isolée



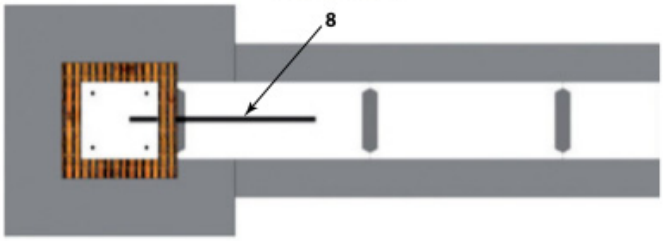
Le pilier peut être réalisé à l'aide de boisseaux de 30 × 30. Lorsque le béton de fondation a suffisamment durci (24 heures environ), le tracé est réalisé sur la semelle [6] et le premier boisseau [7] est maçonné au mortier, puis les suivants.



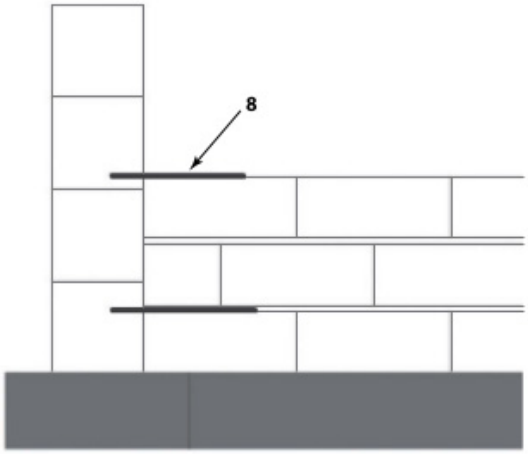
Après le montage des boisseaux bien d'aplomb, le mur prolongeant le pilier [9] est mis en œuvre. Ce mur est solidarisé au pilier grâce à des aciers placés à travers le boisseau [8], au niveau du joint de mortier, tous les deux ou trois rangs.



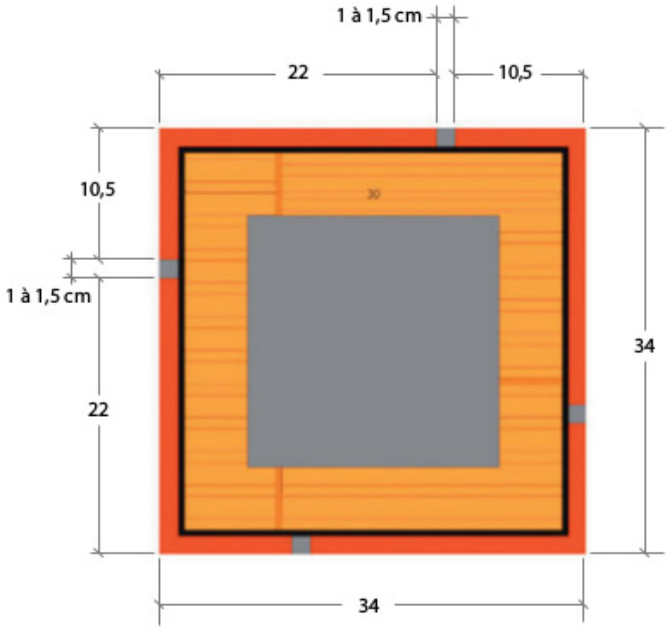
Vue en plan



Vue de face



Le coulage de l'intérieur du boisseau s'effectue avec un béton dosé à 350 kg/m³ pas trop mouillé.



Les parements des piliers peuvent être enduits ou garnis de briques à coller selon le calepinage ci-dessus.

Variantes

Il existe des boisseaux en pierre reconstituée, le mode opératoire est identique sauf pour le mortier qui est remplacé par de la colle prête à l'emploi.

S'ils ne sont pas réalisés à l'aide de boisseaux, les piliers peuvent être montés en blocs béton d'angle avec un chaînage en béton armé, comme pour un angle de mur.

ENDUIT

Le rôle de l'enduit sur la maçonnerie est de la protéger des intempéries, de l'embellir et de dresser une surface plane.

L'enduit traditionnel est composé de trois couches : le gobetis, le corps d'enduit et la couche de finition :

- la couche d'accrochage, ou gobetis, assure l'adhérence de l'enduit au support ;
- la couche épaisse, ou corps d'enduit, permet d'obtenir une surface plane, étanche, éventuellement rugueuse pour l'accrochage de la finition ;
- la couche de finition assure à la fois le rôle décoratif, la protection du corps d'enduit et un complément d'étanchéité.

Nota : pour les enduits extérieurs sur une maçonnerie ancienne, il est préférable de prévoir un enduit au mortier bâtard (chaux et ciment mélangés) ou un enduit à la chaux qui a l'avantage de laisser respirer la pierre.

Avant la réalisation de l'enduit, il faut éliminer les plus grosses aspérités, les bavures, calfeutrer les trous et enfin humidifier la maçonnerie.

Délais prescrits

L'enduit est réalisé au minimum un mois après la maçonnerie afin que les joints et le béton de celle-ci aient bénéficié d'un temps de séchage suffisant. Le ciment bloque la migration de l'humidité, donc l'enduit empêcherait ce séchage correct.

La température ambiante lors de la mise en œuvre doit être comprise entre 5 et 35 °C.

Un temps de séchage entre les couches est nécessaire : 72 heures entre les deux premières et de 48 à 72 heures avant la couche de finition.

Dosage des couches d'enduit

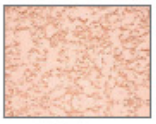
TABLEAU 3

Caractéristiques des enduits

Les dosages sont différents pour chaque couche : du plus riche en liant au moins riche.

Gobetis

Corps d'enduit



Finition

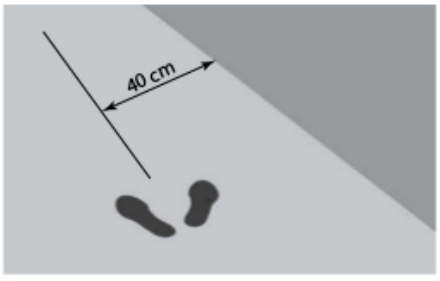
TYPE D'ENDUIT	ÉPAISSEUR *(en mm)*	COMPOSANTS ET DOSAGE		CONSISTANCE	ASPECT
		SABLE	CIMENT		
Gobetis	3 à 5	Sable 0/5	Ciment à 500 à 600 kg/m³	Consistance assez liquide	Rugueux
Corps d'enduit	8 à 12	Sable 0/3 ou 0/5 suivant l'épaisseur	Liant à 350 à 400 kg/m³ ou mortier bâtard avec ciment à 200 kg/m³ et chaux à 175 kg/m³	Consistance plastique (pâte onctueuse)	Plan, régulier, taloché brut
Finition	5 à 7	Sable 0/3 ou tamisé	300 à 350 kg/m³ de liant ou mortier bâtard 175 kg/m³ de ciment + 175 kg/m³ de chaux	Consistance plastique (pâte onctueuse)	Suivant la finition voulue : gratté, taloché fin ou relavé

Méthode d'application

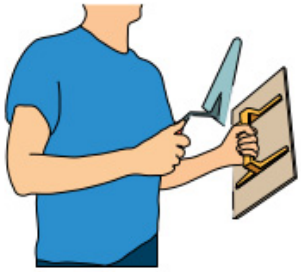
L'application manuelle s'effectue à l'aide d'une taloche et d'une truelle, en jetant le mortier sur le mur d'un coup régulier du bas vers le haut. Il est difficile d'expliquer théoriquement comment enduire manuellement, il faut en faire l'expérience. Toutefois ces quelques explications et dessins devraient aider à réaliser un jeté. Quelques heures d'entraînement et l'analyse des imperfections mèneront à effectuer un jeté de mortier correct.

La position du corps et la gestuelle font la réussite du projeté. Le corps doit être souple et les gestes précis :

- Il est important de se placer pratiquement parallèlement au mur à enduire et à environ 40 cm.

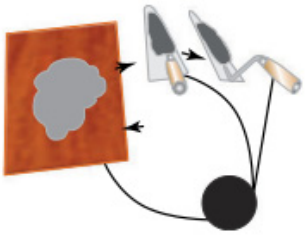


- La taloche recevant le mortier de réserve est tenue de la main gauche et la truelle de la main droite (à l'inverse pour les gauchers).
- La truelle est le prolongement du bras. Elle fait partie du corps.



- Le mortier se prend de l'intérieur vers l'extérieur.

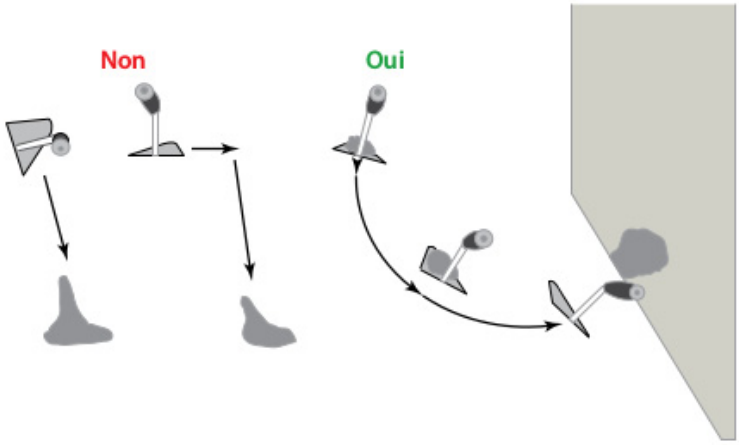
- Écarter la taloche vers l'extérieur et se préparer à lancer la truelle pleine. Jeter le mortier sur le mur de bas en haut d'un mouvement régulier en prolongeant son geste.



La truelle est tenue comme une raquette de tennis en revers. Le mouvement est régulier, en arc de cercle, projetant le mortier de bas en haut, sans force mais sans arrêter son geste.

Au moment du jeté, la truelle ne doit se trouver ni en position verticale ni en position horizontale, sinon le mortier ne serait pas projeté mais tomberait à terre.

Le mortier est jeté au moment où la truelle est, avec un angle d'environ 45°, à 20 cm du mur, et le maçon continue son geste en montant.



Nota : la consistance du mortier joue bien sûr dans la réussite du jeté : s'il est trop sec il n'adhérera pas au support.

Arêtes et guides

Afin de tirer le corps d'enduit à la règle, comme pour une chape, il faut positionner des guides. Ceux-ci sont des arêtes pour les angles extérieurs et pleins en mortier pour les guides intermédiaires.

Les arêtes sont coffrées à l'aide de planches bien droites. Les planches verticales donnent les aplombs, les horizontales en haut de mur arrêtent proprement l'enduit.

Les planches sont mises à l'aplomb dans les deux sens et maintenues par des pattes à coulisse (aussi appelées chevillettes ou crossettes) enfoncées dans un joint de maçonnerie. Un système de contrepoids (corde fine et bloc béton en guise de lest) peut également être utilisé pour maintenir les planches.

Les arêtes sont calées pour régler l'épaisseur de l'enduit sur la partie courante du mur, en règle générale 15 mm (soit l'épaisseur du gobetis + celle du corps d'enduit).

Les arêtes verticales sont aussi espacées de 15 mm par rapport à la maçonnerie, pour l'épaisseur de l'enduit du tableau ou du retour.

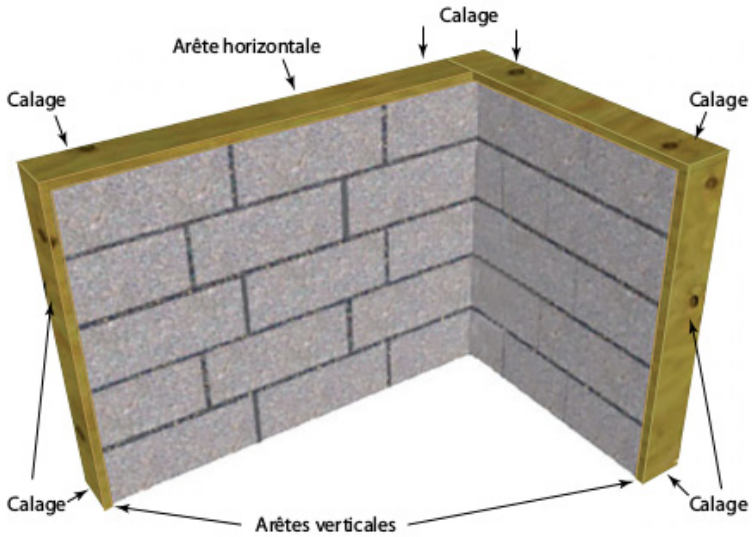
Le blocage par mortier se fait lors du gobetis, à la suite duquel les coins en bois sont enlevés.

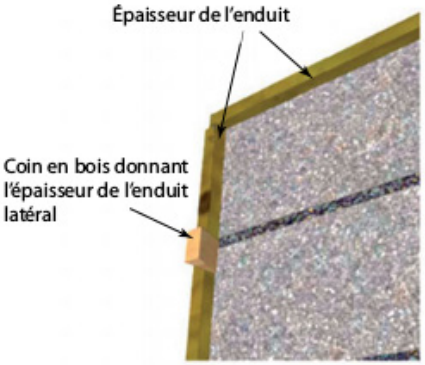
Lors du décoffrage, l'arête de l'angle est de fait créée par l'enduit de la première face.

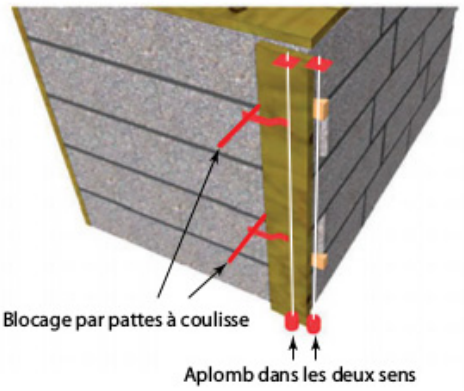
Les guides en mortier sont à espacer suivant la longueur de la règle métallique.

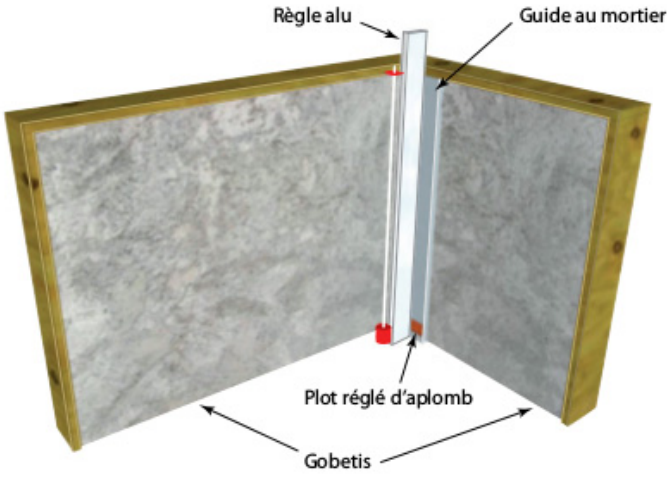
On utilise un morceau de CP de 5 mm que l'on scelle d'aplomb en pied de guide pour créer un plot qui facilite le plombage et le tirage de la règle sur les guides.

Une couche de mortier est projetée entre le haut et le bas du mur puis tirée à la règle (par un mouvement de va-et-vient, on dit aussi « en sciant »). Un coup de taloche finit le travail.


Calage
Arête horizontale
Calage
Calage
Calage
Calage
Arêtes verticales

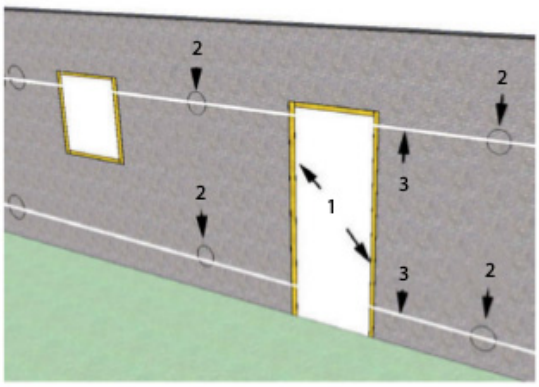

Épaisseur de l'enduit
Coin en bois donnant
l'épaisseur de l'enduit
latéral


Blocage par pattes à coulisse
Aplomb dans les deux sens


Règle alu
Guide au mortier
Plot réglé d'aplomb
Gobetis

Mur avec ouvertures

Pour les grands murs de façade comprenant des ouvertures, les arêtes extérieures sont réglées à l'aide du fil à plomb et toutes les arêtes intérieures (portes, fenêtres, etc.) [1] ainsi que les guides (plots [2] et arêtes de coffrage) se règlent aux cordeaux [3].



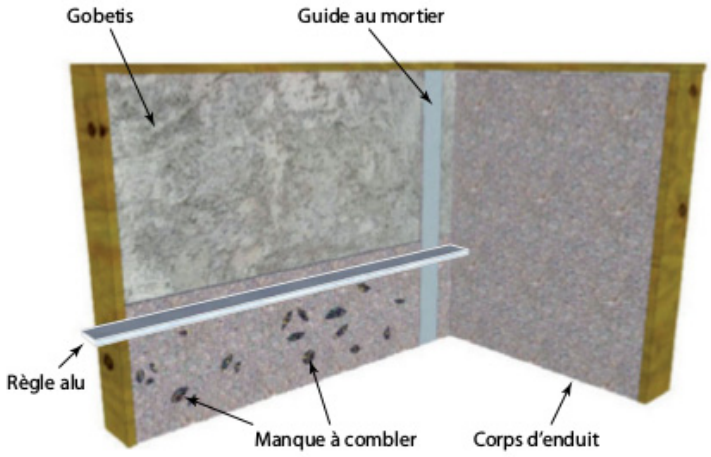
Couches d'enduit

Le gobetis étant de consistance fluide, il s'étale naturellement en une couche fine. Il n'est pas besoin de le travailler après son application à la truelle.

- **Corps d'enduit**

Toujours avec le même geste, déposer du mortier de consistance plus épaisse que pour le gobetis, sur une couche de 1 cm environ.

Tirer la règle entre les guides, toujours en montant.

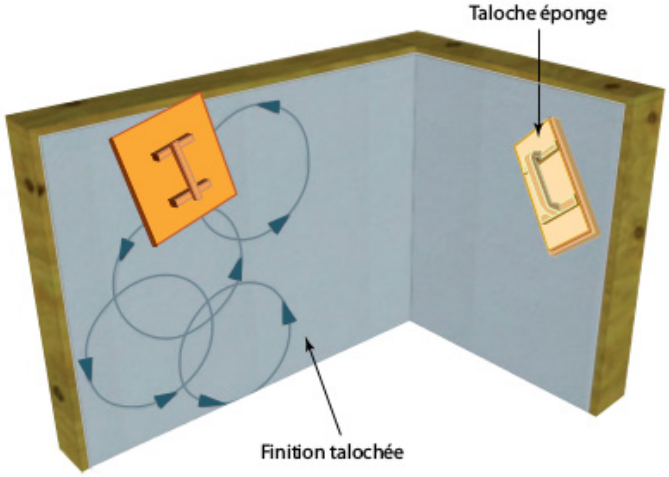


Rejeter du mortier dans les trous résiduels et tirer à nouveau à la règle. Renouveler l'opération jusqu'à l'obtention d'une surface parfaitement plane.

Talocher après avoir laissé au mortier le temps de sécher légèrement. La taloche se passe sans appuyer mais en égalisant au maximum le mortier afin d'avoir une surface plane et régulière et une finition d'un grain suffisamment fin.

Talochage

On procède par grands mouvements en arc de cercle, en évitant de coller la taloche au mortier afin que celle-ci ne fasse pas effet ventouse.



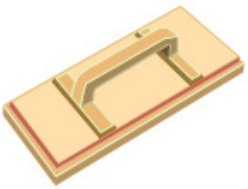
La taloche en bois sera préférée à la taloche plastique pour le surfaçage. Elle devra être légèrement bombée vers l'extérieur, ce qui l'empêchera de faire ventouse.

La taloche éponge s'utilise uniquement pour la couche de finition, elle est trempée dans l'eau et essorée à la main. Il est important d'utiliser des gants en caoutchouc pour la tremper dans l'eau car le ciment et la chaux sont agressifs pour la peau.

La taloche éponge doit rester suffisamment propre (rincer l'éponge autant de fois que nécessaire) et être correctement essorée pour éviter les coulées d'eau.

Les mêmes mouvements en cercle sont exécutés. Le passage de l'éponge s'effectue quand le mortier a durci tout en restant encore frais.

Il ne faut pas hésiter à faire des essais de talochage de temps à autre, au fil de la prise de l'enduit, pour ne pas laisser passer le moment le plus adéquat : si l'enduit devient trop sec on ne pourra obtenir la finition voulue.



Finition

Le grain du sable utilisé pour la couche de finition entraînera un rendu plus ou moins fin. Cette donnée est donc à prendre en compte selon l'esthétique recherchée.

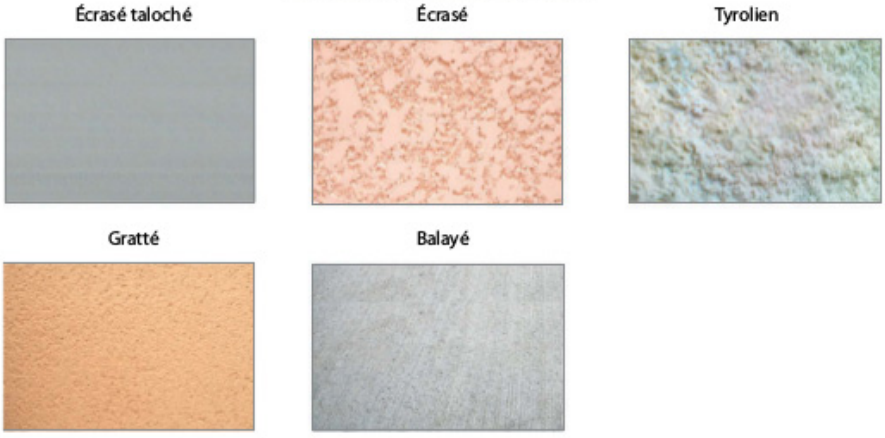
Traditionnellement, la couche de finition, aussi appelée relavage, se réalisait avec un mélange de sable tamisé et de chaux de Wasselonne (de couleur blanche mais pouvant être teintée). Ce mélange est projeté sur le mur en une épaisseur de 3 mm environ puis égalisé à la taloche en feutrine pour obtenir un aspect lisse.

Ce même enduit peut être projeté à la tyrolienne qui donnera un aspect rugueux. Cet outil peut servir pour rattraper une finition talochée insatisfaisante (l'enduit n'est pas plan et lisse mais présente des vagues inesthétiques).

Le grain tyrolien est plus ou moins gros : plus la tyrolienne est proche du support à enduire plus le grain est gros.

La couche de finition peut aussi être grattée, dans ce cas une couche de 2 cm d'épaisseur est nécessaire car en grattant avec la taloche à pointes l'épaisseur de l'enduit réduit de 5 mm.

Diverses finitions d'enduit



Enduit prêt à l'emploi

Il existe de l'enduit prêt à l'emploi et certains peuvent s'appliquer manuellement. Ce type d'enduit est dit monocouche mais il est préférable de l'appliquer en deux passes, cela facilite le travail.

Il s'étale à la lisseuse (ou platoir) ou avec le dos de la truelle et il est bien plus facile à mettre en œuvre que l'enduit traditionnel.

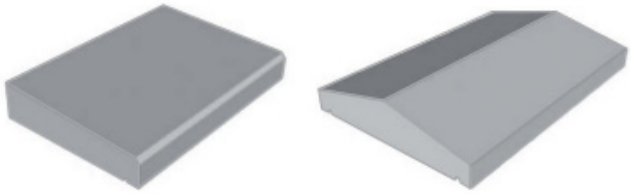
COURONNEMENT

Tablettes

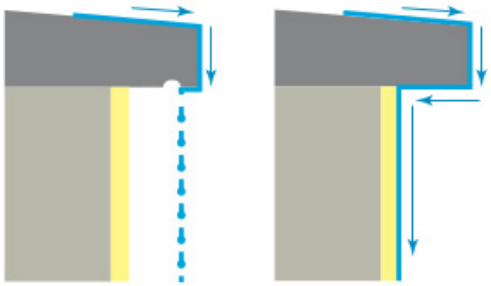
Les tablettes viennent en couronnement des murs extérieurs, elles participent à l'embellissement du mur mais ont aussi un rôle de protection grâce à la pente en surface qui évacue l'eau de pluie et à la « goutte d'eau » qui empêche l'eau de ruisseler sur l'enduit et de provoquer des salissures.

Profils de tablettes

Tablette à une pente, pour un mur non mitoyen : l'eau ne s'évacue que du côté de la propriété ; ou à deux pentes dans le cas d'un mur mitoyen.



Principe de la goutte d'eau



Les tablettes sont soit préfabriquées, l'avantage réside alors dans la facilité de pose mais l'inconvénient est le prix, soit coffrées et coulées sur place.

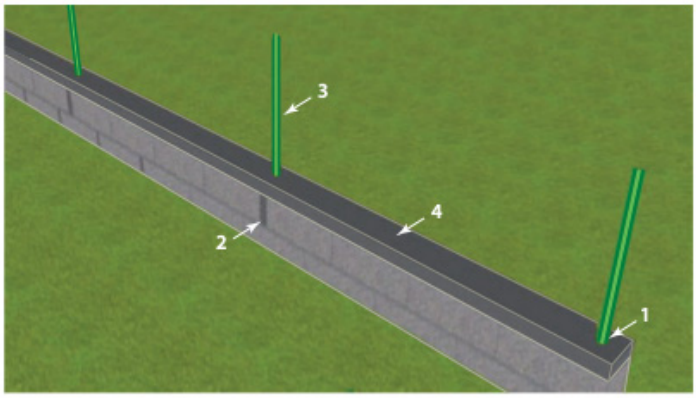
- **Pose de tablettes préfabriquées**

Le choix des tablettes dépend de la conception du mur : une pente pour un mur en limite de propriété, avec évacuation de l'eau vers la propriété, ou bien deux pentes pour un mur mitoyen.

Le débord des tablettes par rapport au mur enduit doit être d'au moins 5 cm côté pente. Elles affleurent au mur chez le voisin ou sur la rue, donc dépassent de 1,5 cm (réserve de l'enduit) par rapport à la maçonnerie brute.

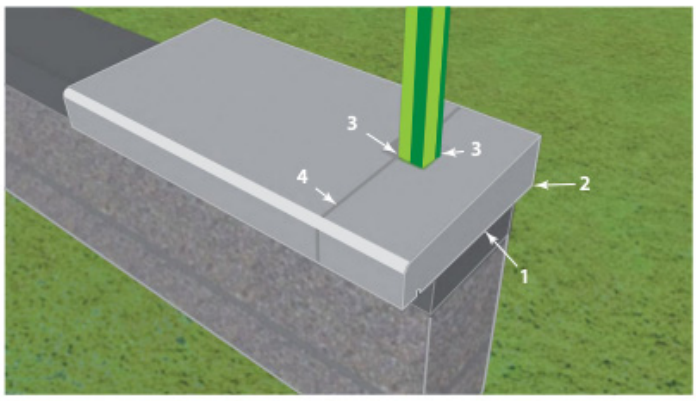
La largeur de cette couvertine est donc de 28 cm (20 cm de bloc béton + 1,5 cm d'enduit de part et d'autre + 5 cm de débord) pour un mur de 20 cm couronné à une pente ; et de 34 à 36 cm pour une tablette à deux pentes.

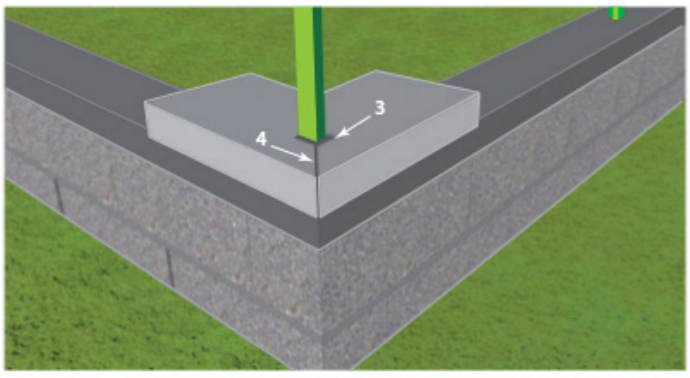
Avant la pose des tablettes, l'arase [4] doit être coulée et les éventuels potelets de la rambarde ou du grillage [3] doivent être en place. Ils pourront être scellés dans l'arase dans le chaînage vertical [1] ou dans un joint large de la maçonnerie [2].



En extrémité de mur, on mesure la cote de l'axe du potelet à l'extrémité du mur + 1,5 cm d'enduit du tableau [1] pour réaliser la première coupe de tablette. En largeur sont prévus l'épaisseur de l'enduit de chaque côté [2] et le débord. On trace alors la découpe autour du potelet [3]. Prévoir 2 à 3 mm de jour entre les tablettes [4].

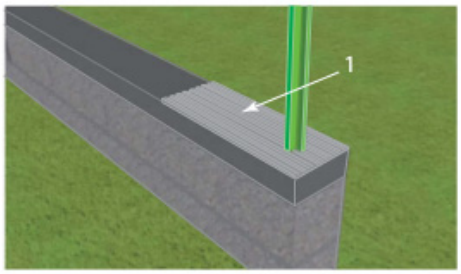
Dans un angle, les découpes à 45° sont un peu plus difficiles à réaliser. Il faut tracer parfaitement l'angle à 45° en utilisant la diagonale d'un carré tracé sur le dessus de la tablette.

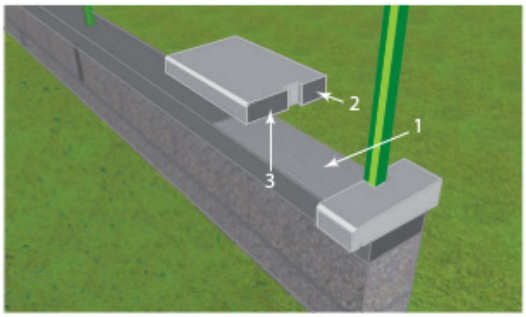




Les découpes se font à l'aide d'une meuleuse munie d'un disque à diamant. Il est indispensable de porter au moins comme protections des lunettes adaptées et des gants.

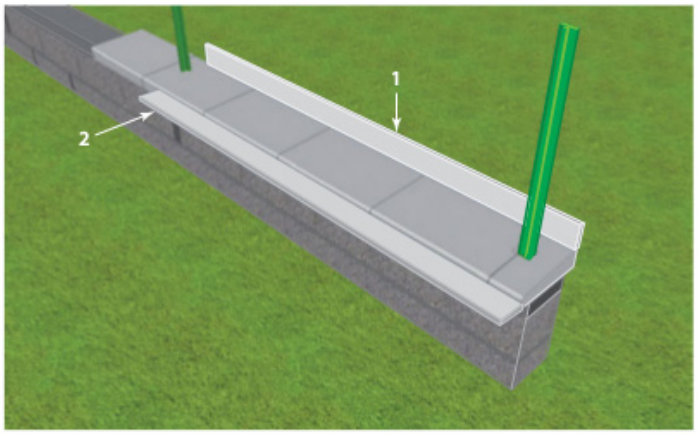
La pose commence par l'encollage de la surface du mur sur la longueur des tablettes préparées [1]. Puis on encolle la face inférieure de la tablette [2] et enfin la face latérale [3]. La colle utilisée doit être antigélive (par exemple de la colle à carrelage pour extérieur).





Pour la mise en place, on reprend les cotes pour la première tablette (emplacement latéral et longitudinal par rapport à l'extrémité).

Les tablettes suivantes s'encolleront et se poseront de la même façon. On contrôle à chaque pose, à l'aide d'une règle métallique, la hauteur [1] et l'alignement [2], en réglant au maillet si nécessaire.



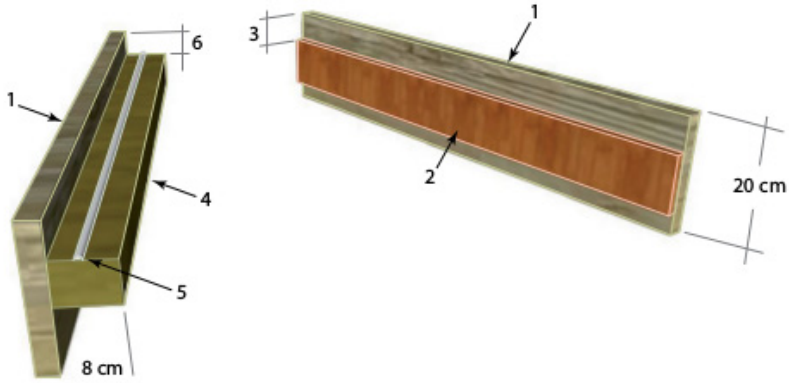
Le joint entre les éléments est constitué du surplus de l'encollage latéral. Il doit être lissé au fur et à mesure en s'efforçant de ne pas tâcher l'élément préfabriqué et sans remplir la goutte d'eau.

- **Coffrage de tablettes**

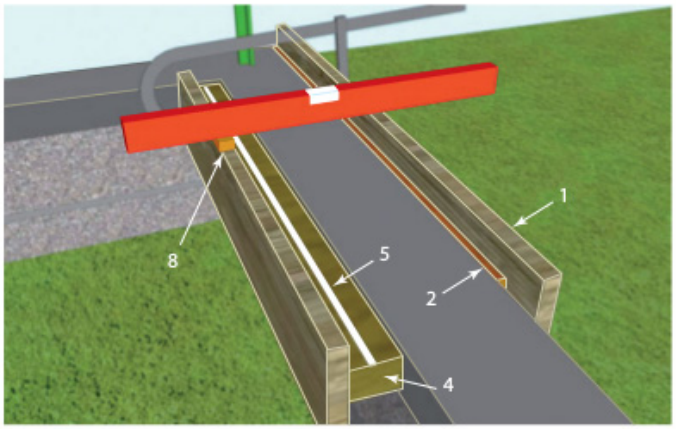
Prévoir des planches d'une hauteur de 20 cm environ [1].

Ces planches sont habillées de la manière suivante :

- côté extérieur, il faut une hauteur de béton de 7 cm [3], on habille sous ce niveau avec un contreplaqué de 15 mm qui correspond à l'épaisseur de l'enduit [2] ;
- côté intérieur, il faut une hauteur de béton de 5 cm [6], on habille sous ce niveau par un chevron d'environ 8 cm [4] muni d'un chanfrein en plastique ou d'une baguette de bois (en demi-rond ou quart-de-rond) qui fasse goutte d'eau au décoffrage [5]. Cette largeur de chevron correspond au débord de la tablette plus l'enduit, le minimum est de 6,5 cm, le maximum de 8 cm.



Ce coffrage est ainsi préparé avec une pente de 2 cm sur la largeur de la tablette. Attention à bien mettre en place le coffrage de manière à ce que cette pente soit bien vers la propriété.

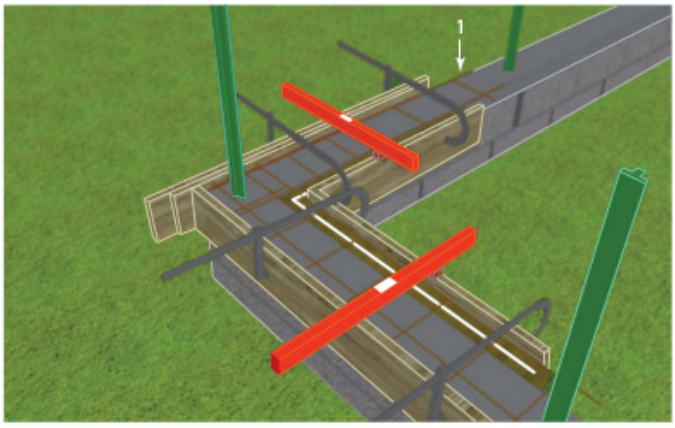


Le savoir-faire du maçon

Pour compenser la différence de niveau entre les deux parois du coffrage, une cale de 2 cm [8] est utilisée sous le niveau à bulle afin de régler les deux planches en vis-à-vis. Pour ce réglage il ne faut placer que deux serre-joints aux extrémités des planches, avant d'en ajouter tous les 50 cm une fois le niveau réglé.

Comme pour la pose des tablettes préfabriquées, les piquets ou potelets doivent être positionnés.

Afin de renforcer cet élément de béton il est préférable de le ferrailler, mais cela reste facultatif. L'armature peut être composée d'un treillis soudé de maille 20 × 20 (soit 2 barres longitudinales et les barres transversales) [1].

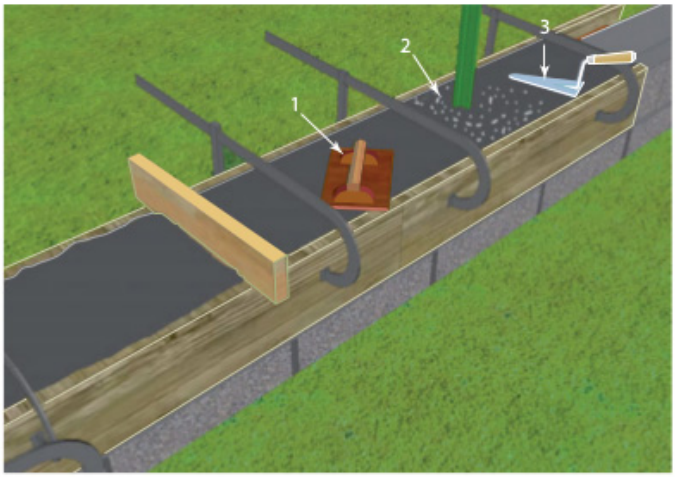


Attention à positionner les serre-joints en laissant suffisamment de place pour travailler.

Le coulage s'effectue avec un béton 0/15 dosé à 350 kg/m³. Le tirage du béton est réalisé à l'aide d'une règle posée sur les deux planches de coffrage [1] (voir chap. 4, § mise en œuvre du béton).

Finition lissée

Après talochage fin [1], saupoudrer du ciment pur [2] et lisser avec la truelle après que la poudre a absorbé l'humidité du béton, jusqu'à obtention d'une surface complètement lisse [3]. Cette finition est assez difficile à réaliser.

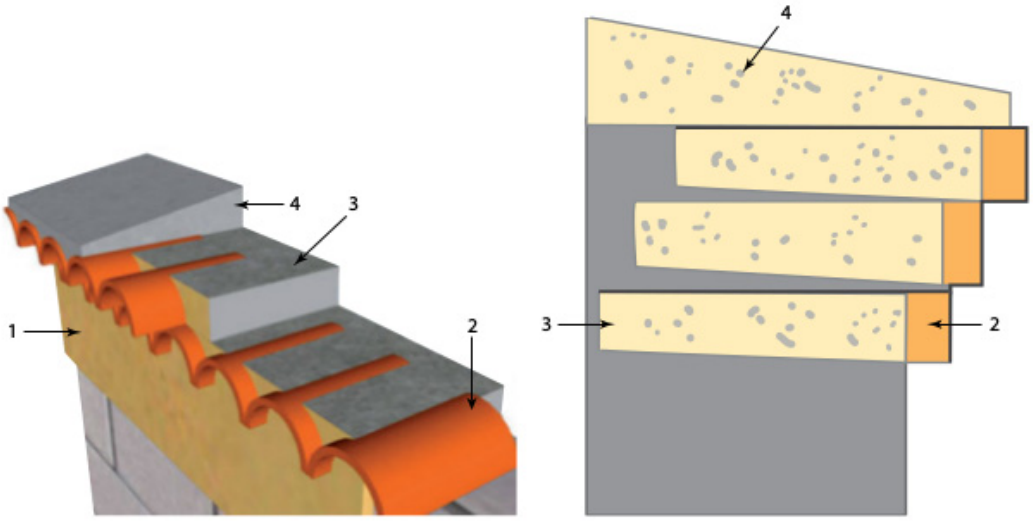


Génoise

Généralement mise en œuvre pour fermer une avancée de toit, la génoise est une corniche en tuiles dites canal destinée à protéger la façade des eaux de pluie.

La génoise de rive basse de toiture est réalisée à l'aide de deux, trois ou quatre rangées de tuiles canal maçonnées en débordement les unes par rapport aux autres. Empruntée au vocabulaire de la façade, elle a été adoptée pour le couronnement de murs de clôture.

Avant la réalisation de l'enduit [1], les tuiles canal [2] sont posées horizontalement, comme des tuiles de couvert. Elles sont scellées, sur deux rangs minimum, au mortier bâtard [3]. Le rang supérieur reçoit la couche de finition en pente [4], réalisée en mortier.



Mur de soutènement

MUR EN BLOCS À BANCHER

Un mur de soutènement peut être réalisé en blocs béton creux classiques jusqu'à une hauteur raisonnable de 80 cm à 1 m (voir plus bas dans ce chapitre, § mur en blocs béton). Au-delà, il est nécessaire de le réaliser en blocs à bancher ou en béton banché.

Constitués d'un béton de granulats courants ou légers, les blocs à bancher sont destinés à la réalisation de murs par empilage et remplissage des vides à l'aide de béton.

Ils permettent la réalisation de murs porteurs extérieurs et intérieurs dans les constructions : mur de soubassement, descente de garage, mur de réservoir, de silo, mur de sous-sol enterré (ici une étude est conseillée).

Les blocs à bancher sont constitués de deux parois extérieures en béton de granulats courants ou légers, reliées entre elles par deux ou trois entretoises. Leur disposition forme, à l'empilage, des alvéoles perpendiculaires au plan de pose qui constituent des coffrages et permettent donc de remplacer les banches traditionnelles.

Blocs à bancher

La distribution des parois et des entretoises d'un bloc à bancher permet de distinguer les différents modèles.

Les structures et les formes dépendent essentiellement des fabricants qui intègrent ou non, au moment de la conception du produit :

- *le positionnement des armatures horizontales ;*
- *l'emboîtement vertical des abouts ;*
- *le cheminement de la coulée de béton.*

Les blocs à bancher à maçonner sont considérés comme des produits traditionnels. Leurs caractéristiques physiques répondent aux spécifications générales concernant les blocs en béton.

Ce bloc de coffrage présente la particularité d'être calibré par un procédé assurant un empilage précis permettant son montage à sec, ce qui diminue considérablement le temps d'assemblage.

La maçonnerie de blocs coffrants remplace avantageusement le mur en béton banché. Elle est un peu moins résistante mais reste plus solide qu'une élévation de blocs béton classiques. Elle économise le coffrage sur deux faces et les autres difficultés du béton banché. Ces blocs sont en outre enduits sans grande difficulté.

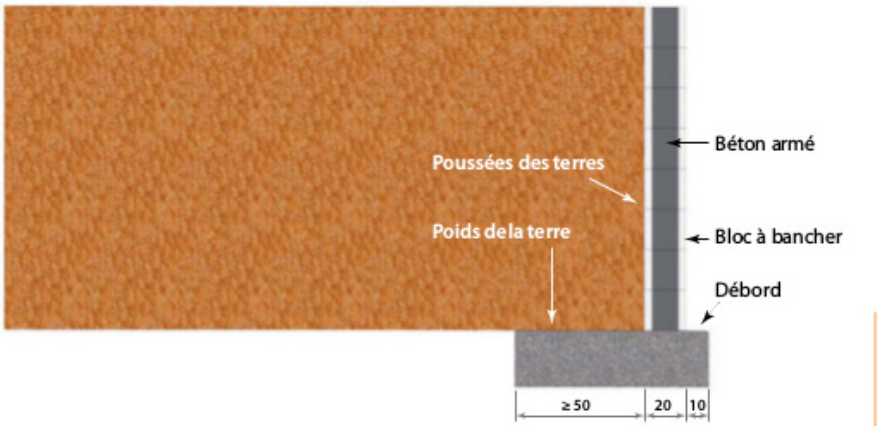
Pour une meilleure stabilité du mur de soutènement, la semelle de fondation est prévue d'au moins 80 cm de large. Ainsi le poids des terres sur la semelle est plus conséquent et équilibre les forces.

Tenue des terres

La tenue des terres est normalement à charge du propriétaire du talus (propriété en surplomb) qui peut être astreint à faire réaliser à sa charge un mur de soutènement.

Attention toutefois que cette réalisation de soutènement ne soit pas nécessaire suite à un décaissement en partie basse. Dans ce cas, la réalisation du mur peut logiquement être à la charge du propriétaire du terrain inférieur, responsable de ce terrassement. Dans tous les cas il est indispensable, avant tous travaux de décaissement et soutènement, de s'entendre avec le voisinage et de prévoir l'éventuelle mitoyenneté de l'ouvrage.

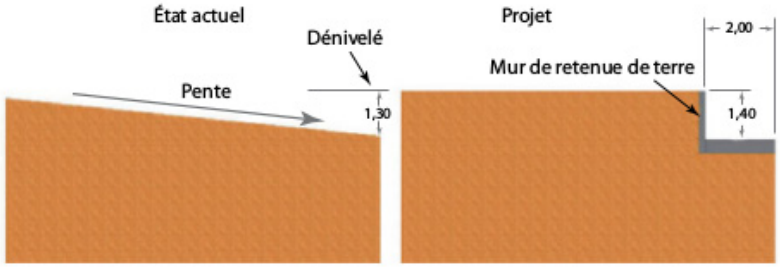
La semelle de fondation doit dans tous les cas être insérée sous les terres donc sur la propriété en surplomb. Pour cette raison, il est préférable que le mur soit mitoyen mais avec l'accord du propriétaire pour la création de la semelle cela n'est pas indispensable.



On présente ci-dessous à titre d'exemple un projet de mur pour soutenir de la terre dans une zone où le hors gel se trouve à – 90 cm.

Projet : profil du terrassement

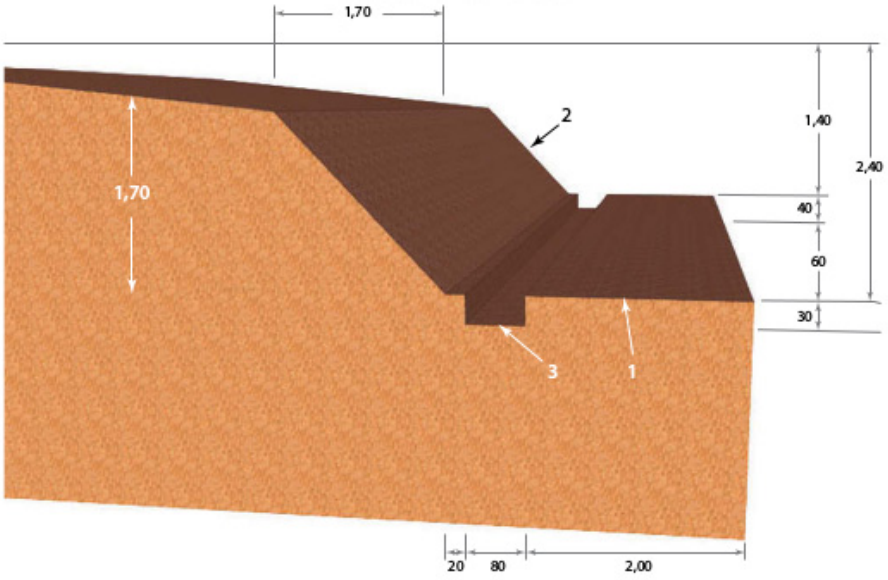
Le terrain est en pente et il est prévu un terrassement comme suit :



Un terrassement en pleine masse [1] crée un talus [2] avec une pente de 100 % (45°) afin que les terres soient bien stables donc ne tombent pas sur l'ouvrage. (Le talus faisant 1,70 m de hauteur, la tête de talus est reculée de 1,70 m, ce qui donne le pourcentage voulu.)

Est ensuite effectué le terrassement de la semelle filante [3] de 80 cm de large au minimum par environ 30 cm d'épaisseur.

Décaissement effectué

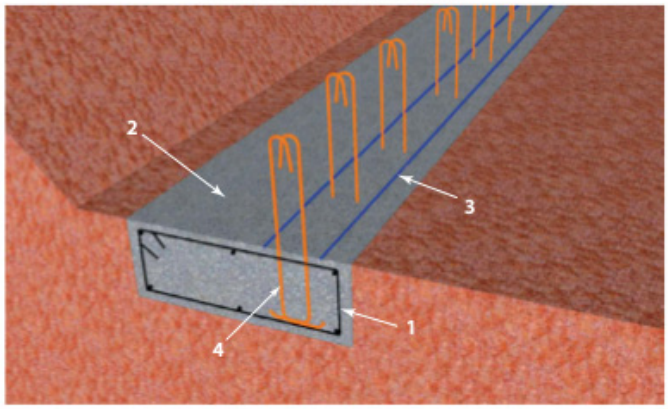


Dans le fond de fouille propre est installé le ferraillage [1] formé de cadres HA 6 et d'aciers filants HA 8 minimum.

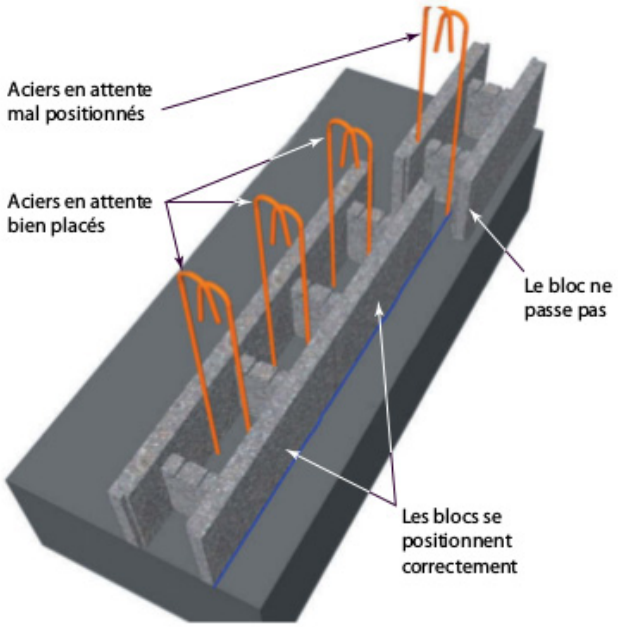
La semelle de fondation [2] est coulée avec un béton dosé à 350 kg/m³.

Le tracé du mur [3] est effectué afin de positionner parfaitement les aciers en attente [4] qui ne doivent pas gêner la pose des blocs à bancher.

Décaissement effectué



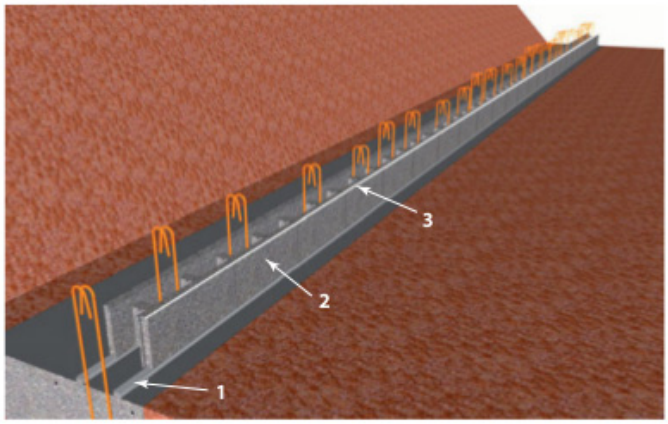
C'est donc bien au moment du coulage de la fondation qu'il faut calepiner soigneusement les alvéoles sur la longueur du mur afin de planter les fers d'attente aux bons emplacements. Chaque alvéole doit recevoir des fers (2 HA 8 ou 10 mm), y compris les alvéoles à cheval sur deux blocs.



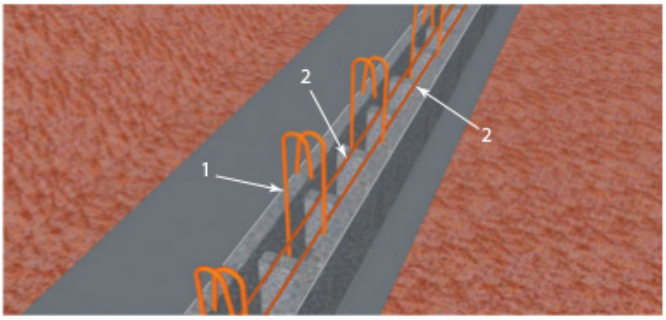
Important

Une étude de béton armé s'impose lorsque le mur est conséquent. Elle définira le nombre et le diamètre des barres à positionner dans les blocs.

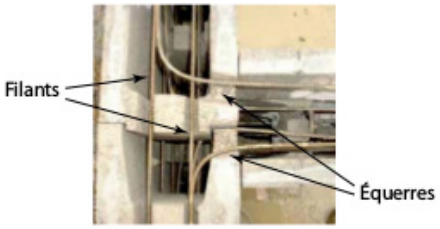
Pour la pose du premier rang, il est préférable de mettre en œuvre un lit de mortier [1] pour maçonner les blocs [2] (car le dessus d'une semelle n'est jamais parfait), afin d'obtenir un premier rang bien de niveau [3]. La réussite de ce rang est gage de la facilité et de la qualité de pose des rangs suivants.



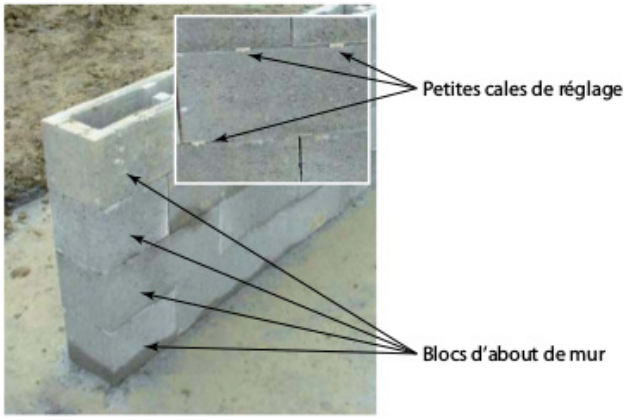
Les aciers en attente [1] dépassent du premier rang puisqu'ils sont dimensionnés de 50 cm de long.
Une fois le premier rang en place, les aciers horizontaux de 6 ou 8 mm [2] sont posés.



Si le mur est droit, les extrémités sont terminées par des blocs d'about ou un coffrage, s'il forme un angle ou vient rejoindre un autre mur on place des équerres dans les angles afin de relier les murs [photo].

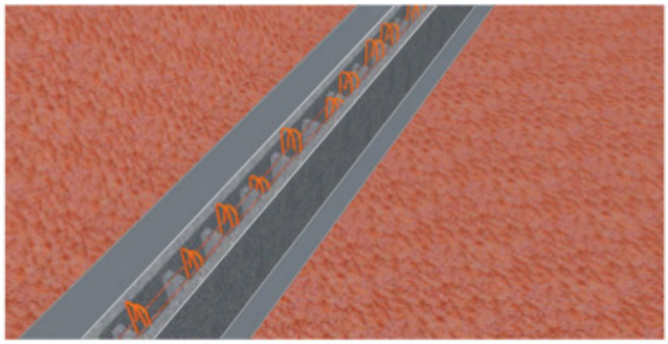


Il est bon de vérifier l'aplomb et la stabilité des blocs, en particulier des angles et des abouts, et de caler si besoin.

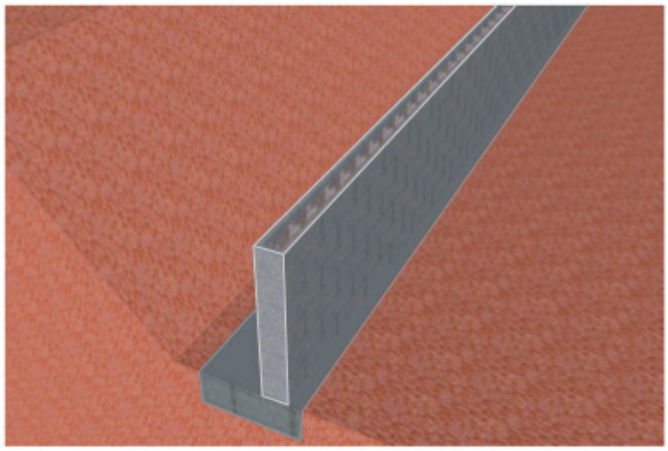


Bien entendu les blocs sont croisés et non superposés, pour une meilleure stabilité de l'ensemble, même si le mur est rempli de béton armé. Les alvéoles intérieures forment des cavités verticales continues qui seront remplies de béton.

La mise en place du 2e rang est relativement longue car les attentes gênent encore la pose.



À partir du 3e rang, les rangs de blocs et la pose des aciers filants à chaque rang s'enchaînent assez vite, jusqu'à une hauteur de 1 à 1,20 m.



La longueur des aciers verticaux dépend de la hauteur du mur et des séquences de coulage de béton envisagées. En effet, il est plus aisé de couler à hauteur d'homme, donc si le mur est haut on coule une première hauteur puis on échafaude pour monter les blocs suivants et les couler.

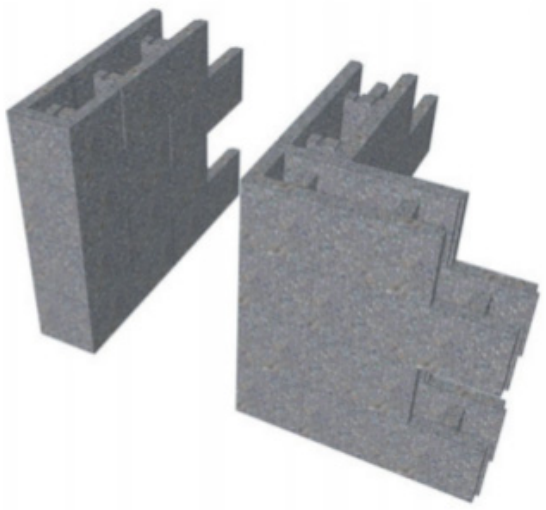
Les aciers verticaux doivent avoir pour longueur la hauteur à couler plus 40 cm pour le recouvrement des aciers dans la partie supérieure du mur.

Le béton doit être dosé à 350 kg/m³ et suffisamment plastique. Afin de ne pas mettre un excès d'eau défavorable à la résistance du béton, il est préférable d'utiliser un plastifiant, ajouté avec l'eau dans la bétonnière.

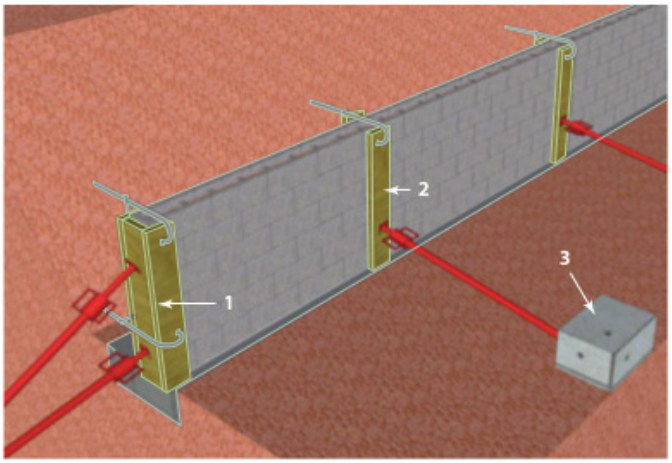
Le plastifiant est un adjuvant liquide concentré pour les bétons et mortiers. Le béton, beaucoup plus plastique du fait de cet ajout, descend aisément dans toutes les alvéoles et les remplit parfaitement.

La mise en place des aciers verticaux après le coulage occasionne une petite vibration (voir chap. 4, § mise en œuvre du béton) qui complète la bonne descente du béton.

Les abouts et les angles sont montés avec des blocs spéciaux.



Avant le coulage, il est important de caler ces abouts [1] et les angles afin de conserver les aplombs. Sur une grande longueur, le calage du mur [2] permet de conserver les alignements. Ceci se réalise à l'aide de bastings, serre-joints, étais et lests [3] (des piquets fortement enfoncés dans la terre et calés par une palette de blocs peuvent aussi faire office de renforts).

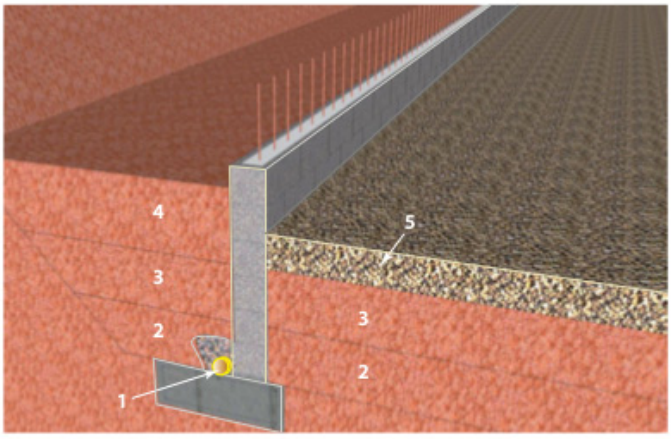


Dans la mesure où une hauteur conséquente est à faire, remblayer lorsqu'on est à hauteur de 1 ou 1,20 m permet d'éviter l'installation d'un échafaudage.

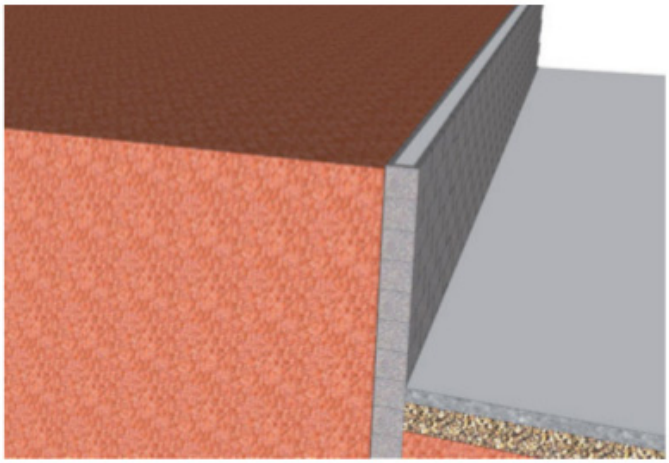
Avant le remblai, il est bon de placer un drainage [1] derrière le mur (voir chap. 10, § réseaux enterrés).

Ce remblai est une tâche délicate car, même si le lendemain le béton est d'apparence sèche, le mur reste fragile, le béton n'a pas atteint la résistance escomptée. On remblaie donc délicatement en prenant soin de mettre de la terre des deux côtés du mur au fur et à mesure [2, 3, 4].

Nota : dans cet exemple, la partie de la future terrasse est remblayée à la hauteur sous béton en concassé 0/31,5 [5].



Les rangs supplémentaires sont réalisés comme précédemment. Avant de procéder au remblai, il est préférable d'attendre que le béton atteigne sa résistance (voir chap. 4, § mise en œuvre du béton).

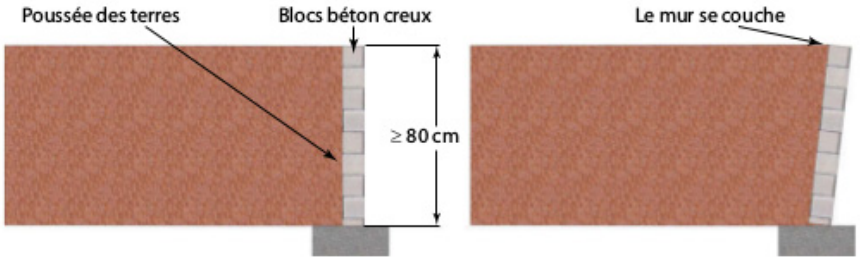


Prendre le temps de réaliser le remblai de la partie basse décale dans le temps la réalisation de la partie haute du mur et surtout de son coulage : le béton de la partie basse aura déjà fait sa prise et commencé à sécher durant un, deux jours ou plus. On obtient donc une moins bonne solidarisation entre le haut et le bas, même si on prend soin de laisser très irrégulier le niveau supérieur du béton du bas (en guise d'accroche) et si on prévoit un bon recouvrement des aciers verticaux. Il faut donc faire un choix, selon le cas de figure et les impératifs du chantier, entre un remblaiement qui économise l'échafaudage ou bien un mur mieux solidarisé. Évidemment si l'ampleur de l'ouvrage est telle qu'on ne peut tout couler en une journée, la question ne se pose pas.

MUR EN BLOCS BÉTON CREUX

Le mur de soutènement peut se réaliser en blocs béton creux jusqu'à une hauteur de 80 cm voire 1 m de retenue de terre, au-delà il risque de se coucher sous la poussée des terres.

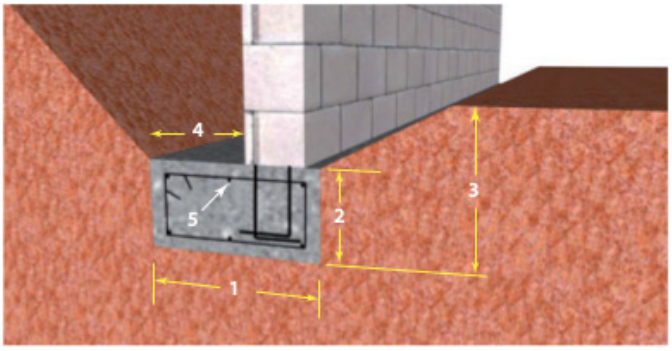
Basculement d'un mur de soutènement



La logique est la même que ci-dessus (§ mur en blocs à bancher), avec une semelle aux caractéristiques suivantes :

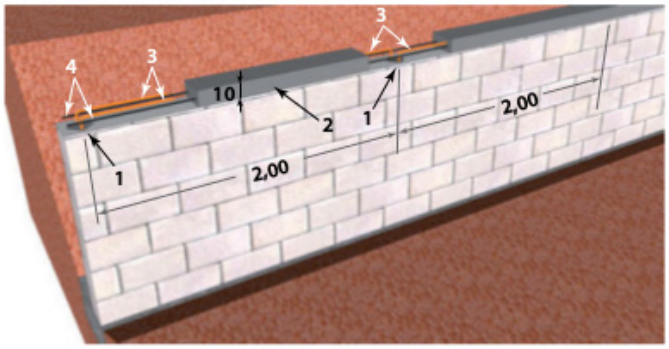
- largeur d'au moins 60 cm [1] ;
- épaisseur minimale de 25 cm [2] ;
- hors gel (suivant la région) [3] ;

- décalée vers le côté terre à retenir [4] ;
- ferraillée de même manière que plus haut (cadres, aciers filants et attentes pour chaînages verticaux) [5].



Le mur en blocs creux peut être suffisamment solide, si :

- des blocs de chaînage sont prévus en tête et tous les deux mètres [1] ;
- le mur est couronné d'un chaînage horizontal de 10 cm d'épaisseur [2] ;
- les deux aciers HA 10 des chaînages verticaux, terminés en équerre [3], sont reliés aux deux aciers filants HA 10 du chaînage horizontal [4] avec un recouvrement de 50 cm.



MUR COMPOSITE PIERRE ET BÉTON

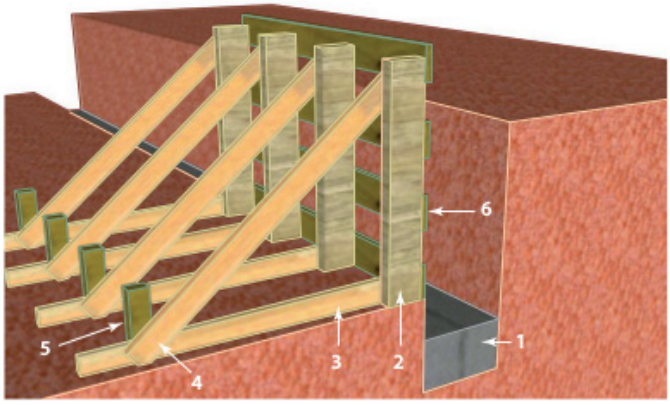
Comme pour toute maçonnerie, il faut prévoir une semelle de fondation hors gel [1].

Ce mur aura une épaisseur de 40 cm environ : 20 à 25 cm d'épaisseur pour la pierre et le complément en béton.

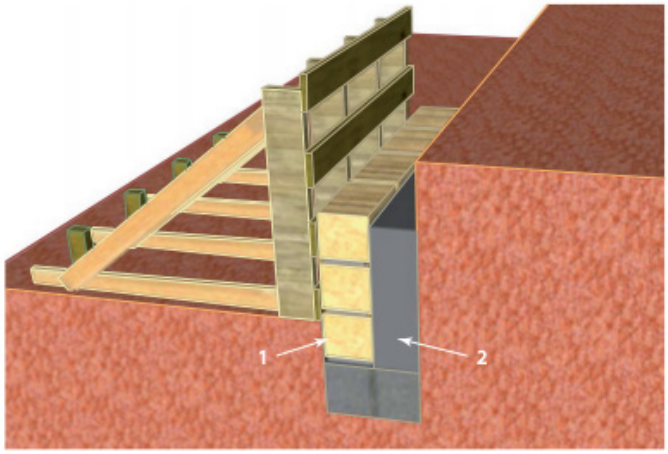
> ***À savoir***
>
> *Dans ce mode constructif, le mur étant large et fort lourd il n'est pas nécessaire que la semelle soit plus large et passe sous les terres à retenir.*

Pour le montage du mur de pierre, installer un coffrage d'aplomb à claire-voie :

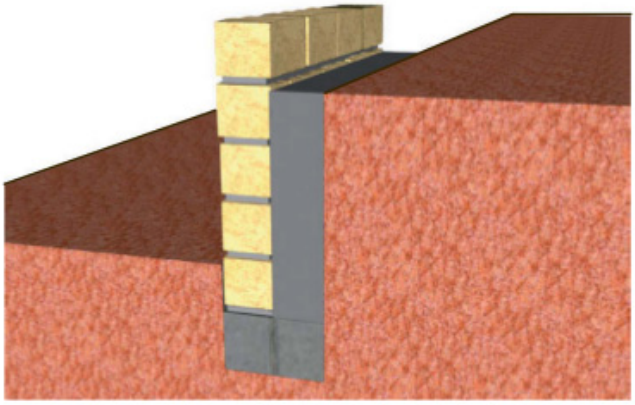
- chevrons ou bastings en position verticale [2] ;
- planche horizontale à leur base [3] et en biais pour la hauteur [4] ;
- ces planches sont fixées en partie basse sur des piquets en bois [5] bien enfoncés dans le sol et en partie haute sur les bastings verticaux afin de les maintenir d'aplomb ;
- des planches plus larges [6] sont fixées sur la face intérieure pour servir de blocage, d'alignement et d'aplomb au mur de pierre.

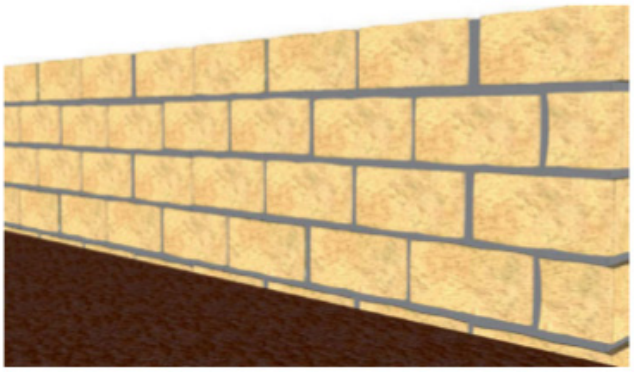


- maçonner les pierres [1] contre les planches à claire-voie ;
- réaliser le coulage du béton [2] après chaque assise, le béton est dosé à 275 à 300 kg/m³ ;



- après décoffrage, on peaufine les joints en les creusant légèrement et en lissant un mortier à l'aide d'une truelle langue de chat. On décoffre donc dès que possible, le lendemain, afin de pouvoir creuser les joints.





Important

Jusqu'à une hauteur de 50 cm de retenue de terre, le béton n'est pas obligatoirement ferraillé. Au-delà, un béton armé est nécessaire.

Mur en pierre

NOTIONS DE BASE

Quelques règles de base doivent être acquises pour la maçonnerie pierre :

- la pierre est un matériau lourd donc les fondations doivent être prévues en conséquence ;
- les pierres ne sont pas identiques, elles peuvent présenter une ou plusieurs belles faces, c'est-à-dire des faces suffisamment régulières pour être intégrées à la face d'un mur. Bien entendu, la notion de belle face est relative : tout dépend de la qualité esthétique recherchée. Par ailleurs mieux vaut un mur homogène en termes de qualité de faces, même si celles-ci ne sont pas très belles, qu'un mur aux pierres trop disparates dans leur aspect (si on ne dispose que de quelques très belles pierres, mieux vaut les conserver pour un ouvrage où elles prendront toute leur valeur) ;
- il est donc important de choisir les faces extérieures, tout en les disposant de manière à ne pas avoir de points faibles dans le mur : on croise toujours les joints,

en longueur comme en largeur. Les jours éventuels sont comblés avec de petites pierres noyées dans le mortier, en veillant à ne pas abuser de ce procédé pour ne pas avoir un mur « nougat ». Des cales, sous les pierres dans l'épaisseur du mur plutôt qu'en façade, peuvent être également scellées au mortier ;

- l'ensemble doit être aligné au cordeau et plombé aux extrémités, la perfection n'est pas de mise sauf dans le cas de la pierre taillée, mais l'ensemble doit rester propre. Pour cela, l'aplomb et l'alignement se travaillent autant à l'œil qu'au cordeau dans la mesure où c'est l'essentiel de la face qui est pris en compte, l'effet général que produit la pierre dans le mur, et non pas d'éventuelles irrégularités ponctuelles ;
- on trempe toujours la pierre dans l'eau avant sa pose afin qu'elle n'absorbe pas trop vite l'eau du mortier, ce qui est défavorable à sa prise. Cela est d'autant plus valable pour les pierres calcaires à la capillarité élevée.

Le savoir-faire du maçon

On peut se donner pour directive de prendre une pierre parmi celles disponibles et de trouver ensuite sa place sur le mur ; toute pierre suffisamment adéquate (par rapport à l'effet esthétique recherché) pouvant trouver une place valable.

Cette règle de maçon présente au moins deux avantages :

- *gagner du temps : on ne repose jamais ou presque une pierre prise en main ;*
- *offrir de l'homogénéité au mur : on évite la tendance à prendre d'abord les plus belles pierres ce qui risque de laisser les moins bonnes pour le haut du mur.*

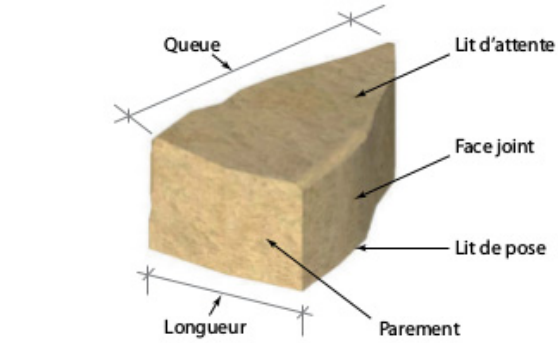
Cette maçonnerie demande un bon coup d'œil et de la patience.

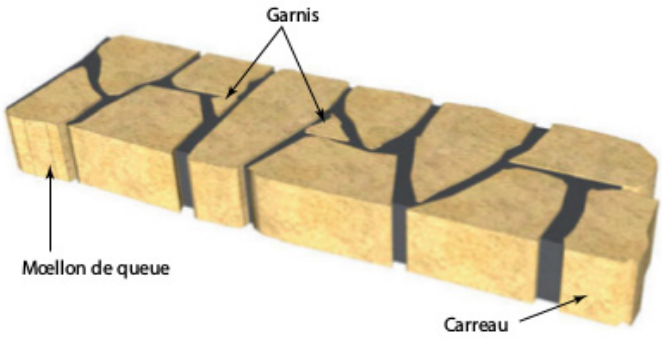
Les outils à utiliser pour la taille sont une massette, un ciseau de maçon et une brosse métallique.

Terminologie

Quels que soient le type de pierre utilisé et la forme générale des éléments à assembler, les termes suivants sont utilisés :

- *Moellon : bloc de pierre brut, équarri ou taillé, utilisé pour la construction et pouvant être manipulé à la main.*
- *Parement : face visible.*
- *Lit : face horizontale telle que définie par le lit de carrière.*
- *Face de joint : plan vertical séparant les pierres.*
- *Hauteur d'assise : distance verticale entre deux lits successifs.*
- *Longueur : la plus grande dimension de la face vue.*
- *Queue : toute la partie d'une pierre entrant dans le mur.*
- *Carreau : pierre dont la plus longue face est en parement. Le carreau est aussi appelé moellon maigre en queue.*
- *Boutisse : pierre dont la plus petite face est en parement ; synonyme : moellon de (longue) queue.*
- *Parpaing : boutisse qui occupe toute l'épaisseur du mur.*
- *Garnis : éléments de remplissage.*





RÈGLES DE L'ART

Les règles de l'art qui président à la mise en œuvre de toute maçonnerie de pierre visent la réalisation d'une maçonnerie bien pleine, bien serrée, capable de résister aux contraintes.

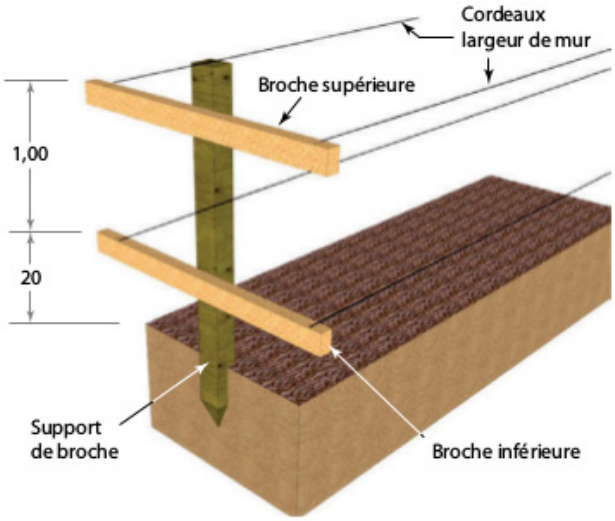
Pour cela l'exécutant doit respecter les principes suivants qui sont ses dix commandements :

1. Les éléments doivent être séparés et enrobés par du mortier. Celui-ci doit refluer des joints pour asseoir le moellon (le maçon le frappe au têtu pour sa mise en place).
2. Les joints doivent être très bien remplis d'une épaisseur régulière de 1 à 3 cm.
3. Une bonne liaison des éléments est assurée en alternant queues longues et courtes et sans superposer les joints (pas de coup de sabre).
4. Les moellons doivent être posés suivant leur lit de carrière (dans leur orientation naturelle, tel qu'en carrière).
5. Les lits doivent être les plus horizontaux possible et les faces de joints les plus verticales possible, avec une tolérance de 5 à 6 cm. On évite donc les angles aigus qui fragilisent l'ensemble.
6. L'emploi des moellons convexes ou trop lisses est à proscrire.
7. Le mortier de pose doit être compact et résistant (pour assurer solidité et imperméabilité).

8. Les gros moellons et les plus petits sont répartis judicieusement afin d'obtenir un ensemble raisonné dans la construction.
9. Tout changement de nature de matériaux dans le sens vertical se fait après l'arasement de l'assise.
10. Toute maçonnerie fraîche doit être protégée des intempéries et attendre le durcissement normal du mortier de pose avant de charger le mur.

Broches

Appareils employés pour le montage des murs, les broches sont (comme sur une chaise d'implantation) des éléments horizontaux supportant les cordeaux qui servent à délimiter les parements et les arases de mur en élévation. L'espacement entre cordeau et parement, ou jour de ligne, est de 1 cm environ.



Attention, il faut toujours que les broches soient d'équerre avec le mur à monter (pour ne pas fausser son épaisseur) et soient clouées bien de niveau sur le support. La broche supérieure doit être placée à 1,20 m du sol, ce qui indique la hauteur de la première arase.

MISE EN ŒUVRE

Comme pour toute mise en œuvre de mur, on trace son emplacement sur la fondation.

Pour le remplissage de plein mur on dose le liant à 300 kg/m³. Les joints apparents sont réalisés avec un mortier bâtard plus gras (ciment et chaux à 350 kg/m³ de sable 0/5). Ils sont étalés à l'aide d'une petite truelle et lissés avec une éponge.

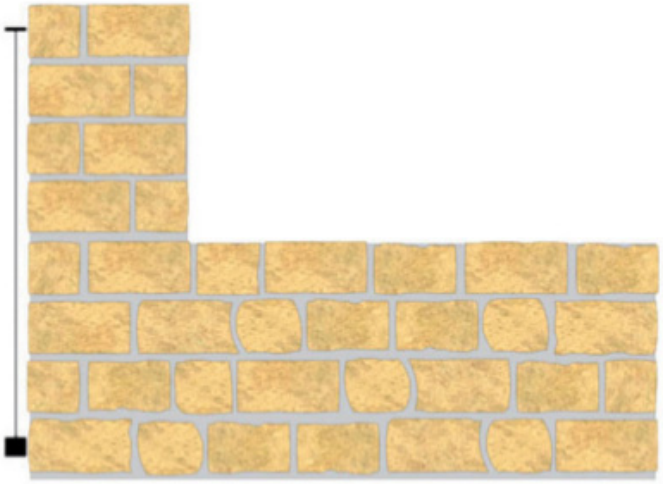
Pour la maçonnerie de la partie courante :

- après avoir étalé une couche de mortier, on commence aux extrémités avec de belles pierres : trois belles faces pour une tête de mur, deux belles faces pour un angle…

- poser la pierre sur le joint de mortier et taper avec le manche de la massette pour la régler ;
- une fois la rangée finie, remplir les joints verticaux ;
- laisser un retrait de 2 à 3 cm sur tous les joints de faces pour les reprendre dans un second temps.

Principe de croisement des joints verticaux

Les piliers sont un peu plus délicats à construire car ils ne demandent que de la belle pierre, comme pour les extrémités.

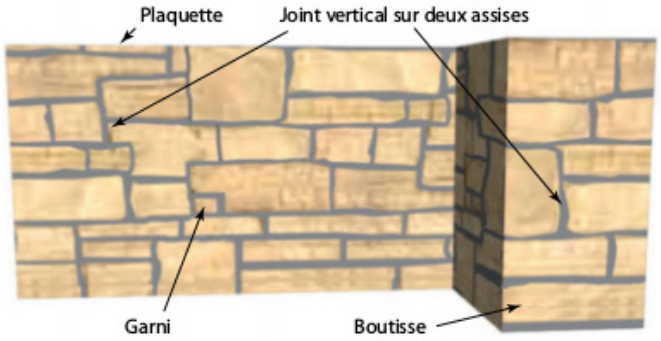


Exécution brute ordinaire

Pour une maçonnerie de moellons non assisée et exécutée sans recherche d'appareillage ni lits dans la même assise, il faudra rejeter toute pierre gélive, salpêtreuse, friable. Ce type de maçonnerie utilise des moellons bruts avec une grande tolérance : des pierres de forme quelconque ou se rapprochant du parallélépipède..

Mode opératoire pour un mur brut à un ou deux parements :

- Choix du moellon à poser : le maçon le détermine à l'œil, selon l'emplacement auquel il le destine (tête de mur, angle, corps du mur) et en fonction de son rôle (boutisse ou parpaing). Il y a deux dimensions importantes à considérer : celles du parement et de la queue. Un moellon d'angle doit avoir un long parement et une queue assez grande pour assurer à la fois le liaisonnement et l'assise. Tout moellon rond est à proscrire.
- Ébousinage : la première opération que subit le moellon est l'enlèvement de la couche terreuse ou tendre collée au lit et des aspérités pouvant gêner à la pose.
- Retouches : il peut s'agir de démaigrir le lit d'attente pour assurer une bonne stabilité ; raccourcir une queue ; abattre toute saillie risquant de toucher la pierre voisine ; dédoubler une pierre si celle-ci est trop grosse ; dégauchir un parement ; etc. Toutes ces retouches ne doivent pas être abusives car il s'agit d'un mur brut.
- Pose : le plus plat et plus grand des lits de carrière doit être le lit de pose. On évite de mettre des carreaux et on ne doit surtout pas les installer en vis-à-vis. Il est préconisé de poser, par mètre linéaire, deux boutisses ou deux parpaings ou bien une boutisse et un parpaing, pour renforcer le liaisonnement. Les garnis doivent être bien enfoncés dans le mortier. Les joints de 2 à 3 cm doivent être bien bourrés, ils ne doivent pas se superposer sur plus de deux assises.
- Contrôle : des plombées et dégauchissements (vérification de la planéité) sont effectués régulièrement.
- Arase : la surface d'attente d'une assise est dressée grossièrement afin de disposer d'un plan à peu près horizontal pour l'assise suivante. Une bonne stabilité est ainsi obtenue. Dans ce type de maçonnerie, ce travail se fait tous les 1 m à 1,20 m. Cette arase doit être réalisée sans plaquette (élément très peu épais permettant de rattraper la hauteur d'arase) lorsqu'il s'agit de passer à une autre maçonnerie.



Amorce

Les amorces sont les maçonneries de départ c'est-à-dire exécutées à chaque extrémité d'un alignement avant de bâtir le plein mur.

L'amorce est élevée jusqu'à 1,20 m au-dessus du sol ou bien à la hauteur de l'arase générale si c'est un mur de soubassement. Cette hauteur est donnée par le cordeau supérieur de la broche.

On monte donc en hauteur avant de faire la longueur suivant deux procédés qui sont :

1. Le déharpement : réaliser des assises en gradins faciles à liaisonner ensuite avec le plein mur. La longueur des amorces déharpées varie selon les dimensions des moellons utilisés. La pente du dégradé est de 45° environ pour la pierre courante (soit 1/1 : 1 m de long pour 1 m de haut) et réduite à 60° environ (soit 1/2) s'il s'agit de moellons très plats.

2. Le harpement d'attente : lancer des harpes c'est laisser les moellons en porte-à-faux d'environ 12 cm, une assise sur deux, et alternés de préférence tantôt à gauche tantôt à droite. La reprise (le raccordement du plein mur) est moins commode qu'avec les gradins car d'une part les harpes risquent d'être mal assises et d'autre part il y a la difficulté de bourrer le joint en sous-œuvre dans la partie raccordée. Il est donc préférable de pratiquer le déharpement chaque fois que l'arase générale n'est pas trop haute.

Raccordement

Il est parfois nécessaire de prévoir le raccordement du mur à des perpendiculaires lorsque leur construction simultanée n'est pas possible. On peut procéder des deux manières suivantes :

1. Arrachements : on procède à des réservations dans le plein mur d'enceinte, c'est-à-dire qu'on laisse des vides, une assise sur deux, à l'emplacement du départ du mur perpendiculaire. Ces creux, d'une profondeur de 20 cm, font la largeur du mur à raccorder si l'on dispose de pierres assez longues pour servir de linteaux. (Si la perpendiculaire est prévue en briques ou blocs béton, la hauteur devra correspondre à leurs dimensions + 2 cm pour les joints.) Cette technique ne donne pas de très bons résultats lors du raccordement pour les mêmes raisons que dans le déharpement.

Nota : le terme d'arrachement est aussi utilisé pour désigner une harpe d'attente.

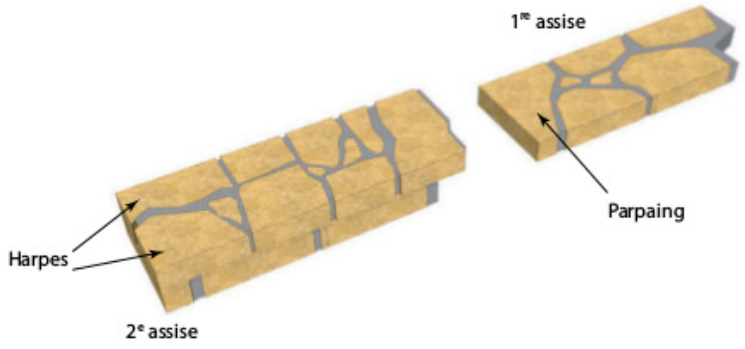
2. Harpe en attente : comme pour une amorce en extrémité de mur, le principe consiste à lancer des harpes en bascule, dès la première assise puis une assise sur deux, en direction du mur perpendiculaire. Pour faciliter la liaison il faut maçonner alternativement une harpe à droite et une à gauche. Ces harpes doivent pénétrer dans le plein mur sur les 2/3 de sa longueur. Il faut absolument plomber les parements de ces moellons et les dégauchir suivant le tracé du refend. On choisit les harpes parmi les plus longs moellons.

Tête de mur

Les têtes de mur isolées comportent deux angles saillants. La disposition des moellons varie suivant l'épaisseur du mur. Dans le cas d'un mur courant de 40 à 60 cm d'épaisseur, le premier moellon de la première assise, comme toutes les assises de rang impair, doit être un parpaing (pouvant ici être appelé pied-droit) avec ses parements de retour à peu près d'équerre.

Les lits de pose doivent également être d'équerre pour éviter le basculement des pierres de l'assise suivante, dénommées harpes. Celles-ci auront leur parement en retour égal à la moitié de l'épaisseur du mur environ pour assurer la bonne stabilité de la tête de mur.

Première et deuxième assises d'une tête de mur



Attention

Il est totalement proscrit de placer des carreaux dans les angles saillants (la pierre est carreau si on la regarde sur la face principale du mur mais non pas depuis la tête de mur). Ils sont inadéquats pour assurer la stabilité et la résistance de la tête de mur.

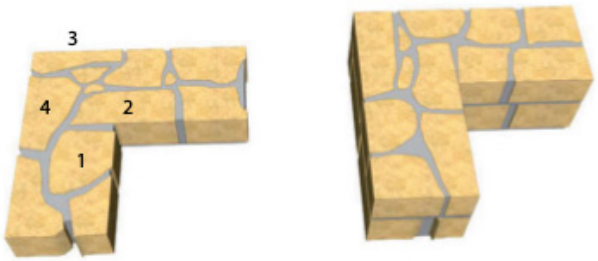
Angle saillant ou rentrant

L'angle d'un mur qui se retourne à la perpendiculaire exige l'application de règles spéciales pour le montage de l'angle extérieur (saillant) et de l'angle intérieur (rentrant), du fait des efforts particuliers qui les sollicitent :

- Angle rentrant : le moellon n° 1 est choisi de fort échantillon, avec un long parement et une queue assez longue. Le n° 2, posé pour former le retour d'angle, ne doit jamais être plus haut que le premier pour que l'assise suivante soit obtenue sans calage.
- Angle saillant : on réalise ensuite l'angle saillant en commençant par le pied droit n° 3 à long parement parallèle au n° 2. Pour éviter tout calage, le moellon n° 4 aura la même hauteur que le pied-droit n° 3.

Pour les assises suivantes, on utilise des moellons à peu près identiques mais qui croisent afin que les joints verticaux et joints de queue soient coupés. C'est ce qu'on appelle monter les angles en besace et on bâtit ainsi les chaînes d'angle.

Première et deuxième assises d'un angle



Attention

Il faut absolument respecter l'horizontalité des lits d'attente pour les moellons formant les angles.

Pilier en moellons bruts

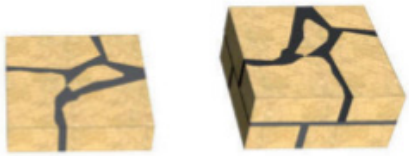
C'est une maçonnerie assez difficile à exécuter car, de fait, le pilier comporte quatre angles saillants et parements vus. Cela implique le choix de moellons de queue[1] offrant deux faces pouvant servir de parements et un lit de pose le plus plat possible et ayant une surface supérieure à celle du plus grand des parements.

Attention

L'emploi des carreaux ou des pierres posées de chant est formellement interdit.

La pose est soignée avec chaque moellon plombé, dégauchi et liaisonné en profondeur car il ne faut pas réaliser un pilier creux. Aussi chaque assise est arasée à peu près de niveau avec le minimum de garnis et en croisant les pierres de remplissage.

Pilier à quatre parements



À savoir

On utilisera un mortier riche et résistant : dosé entre 350 et 400 kg/m³.

1 Ici, selon la face que l'on regarde, un même moellon est soit boutisse soit carreau.

ALLÉES ET TERRASSES

8

Implantation et fondations

L'étude soigneuse des aménagements extérieurs est impérative avant d'entreprendre les travaux. Les rôles des différents aménagements sont détaillés et leur fonctionnalité soigneusement vérifiée.

Sans être exhaustif, les quelques notions ci-dessous sont à avoir en tête.

Une terrasse sera fonctionnelle si :

- elle est correctement dimensionnée pour les fonctions qu'on lui attribue (manger à 4, à 6, à 8, etc., être une aire de jeu, de repos…) ;
- elle est orientée de telle manière qu'elle sera effectivement utilisée (un lieu brûlant en été restera désert) ;
- la liaison avec l'intérieur de la maison se fait de manière fluide et agréable.

Une allée est implantée en fonction du trajet logique entre les points à relier (les détours engendrent toujours la création d'un raccourci hors allée !).

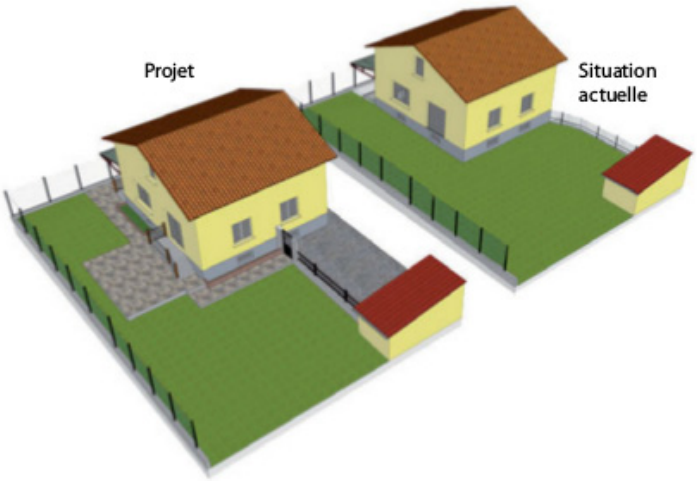
Dans tous les cas sont pris en compte l'esthétique du lieu et les éléments divers, contraignants ou non (bâtiments, végétation, vues offertes, voisinage…).

L'étude technique vérifie la faisabilité :

- réglage des hauteurs selon les points fixes (maison, accès…) ;
- contraintes liées au terrain (passage de réseaux et regards éventuels, végétation haute à conserver…) ;
- nature du sous-sol (par exemple, présence de roche empêchant la création de fondations donc nécessitant une autre solution).

Exemple - État actuel et projet

Le projet ci-dessous sert d'exemple pour la réalisation d'ouvrages extérieurs : allée, terrasse, escalier extérieur, etc.

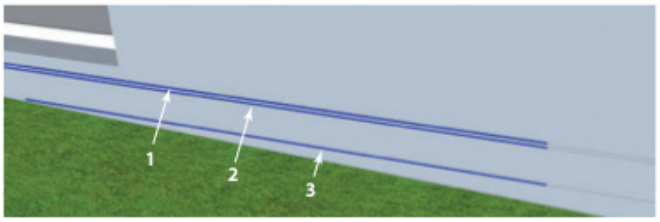


IMPLANTATION DES OUVRAGES

Avant tous travaux, il faut implanter l'ouvrage au sol mais également en hauteur.

Les cotes de niveau dépendent de la finition de l'ouvrage. Dans l'exemple présent, la finition de la terrasse est en carrelage.

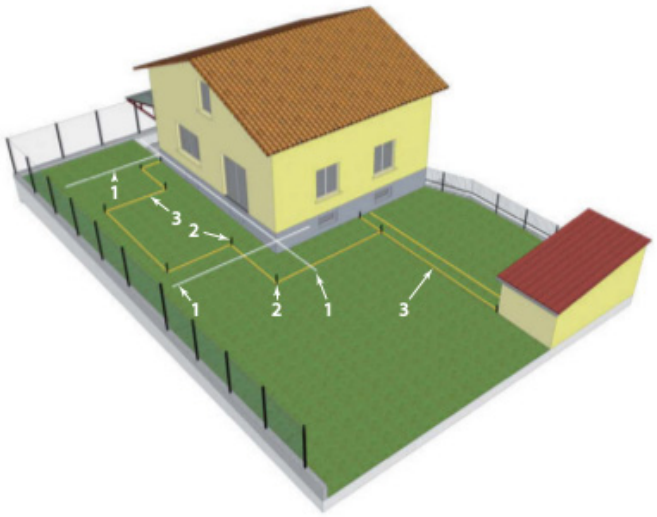
Le tracé des hauteurs sur la façade est réalisé en notant, ici pour une terrasse, le niveau fini [1], le niveau supérieur du béton [2] et le niveau supérieur de la forme [3].



On implante en premier lieu la terrasse puisqu'elle est en relation avec l'intérieur de la maison, donc c'est d'elle que découle le niveau des autres ouvrages.

Pour procéder à l'implantation au sol, on tire des cordeaux dans les alignements des façades [1]. Ainsi il est possible de mesurer des parallèles (voir chap. 9, § traçage de parallèles) par rapport aux murs de la maison. On plante au sol des piquets [2] aux cotes voulues avec une marge supérieure d'une dizaine de centimètres (par exemple, pour une allée de 1 m de large on trace 1,10 m pour le terrassement).

Les piquets sont reliés à l'aide de cordeaux puis on effectue le tracé à la bombe de peinture ou au plâtre [3].



FONDATIONS

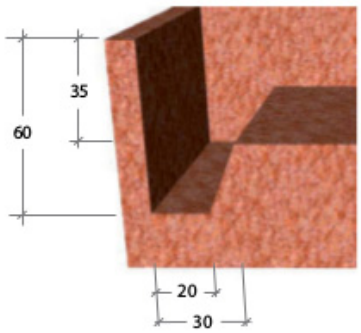
Le terrassement signifie le déblaiement de toute la surface des allées et de la terrasse [1] sur la hauteur nécessaire à la mise en place de la forme et en mettant de côté la terre végétale.

Terrassement du projet

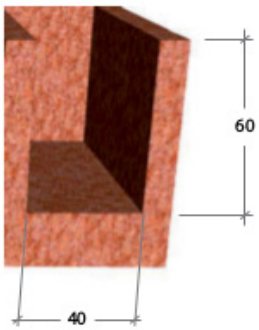
Pour le terrassement du projet présenté en exemple, il a été prévu de décaisser sur 30 cm minimum, soit 12 cm de béton et 18 cm de remblai en concassé.

Des bêches de fondation [2] ont été réalisées sur le pourtour des allées et de la terrasse afin de descendre le fond de fouille pour le mettre hors gel et éviter ainsi tout risque de fissuration.

Pour le mur de clôture, une semelle filante [3] a été prévue.



Bêche de fondation



Semelle de fondation

Pour de grandes surfaces il faut prévoir soigneusement l'espace de stockage des terres [4] :

- l'emplacement doit être suffisamment vaste, en effet la terre foisonne de 30 % environ ;
- la position des déblais stockés ne doit pas gêner la réalisation des travaux.

Une partie des déblais peut être évacuée dès la phase de terrassement s'il n'est pas nécessaire de les utiliser sur le terrain. On conservera peut-être tout ou partie de la terre végétale.

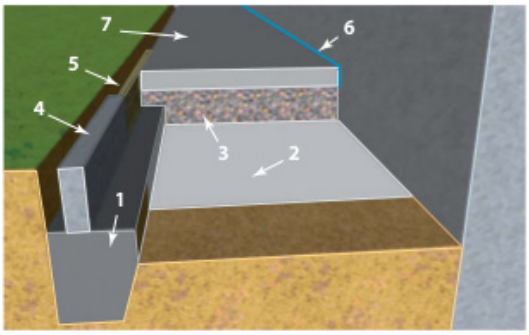
De l'intérêt de la mini-pelle

Sur de grandes surfaces et selon la nature du terrain, le terrassement manuel peut s'avérer long et fastidieux. Il sera sans doute judicieux de louer une mini-pelle ou de faire effectuer ce terrassement.

Les tranchées, bêches et rigoles pour les murs peuvent être réalisées en même temps que le terrassement. Il faut prendre soin d'être hors gel pour éviter autant que possible les risques de fissures. Cela est d'autant plus important que les investissements, tant manuels que financiers, sont élevés.

La mise en œuvre est alors la suivante :

- couler le béton des bêches [1] ;
- poser le géotextile [2] sur l'ensemble du décaissé ;
- réaliser la forme avec le concassé [3] en le compactant par couches de 20 cm environ à l'aide d'une plaque vibrante (entre 80 kg et 120 kg) ou d'un cylindre vibreur ;
- les allées et terrasses peuvent être délimitées en périphérie par des bordures [4] (voir plus bas) ou coffrées à l'aide de planches [5], le tout réglé à la hauteur du béton fini [7]. Contre les murs de façade, un joint mousse est placé pour la dilatation [6].



Selon le projet, diverses fondations peuvent être à réaliser, dans l'exemple suivi :

- des bêches périphériques [1] ;
- une semelle pour un mur de clôture [2] ;
- une semelle de renfort pour l'escalier [3].

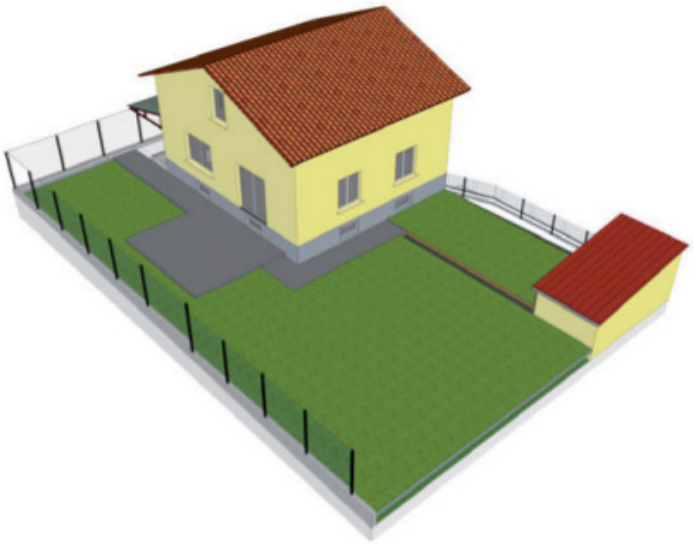
Réalisation de la forme

Remblai en concassé 0/35

Compactage par couches de 20 cm environ

Forme compactée

Dalle de terrasse



La dalle d'une terrasse extérieure n'est guère différente d'un dallage sur terre-plein réalisé en tout autre endroit de la construction.

À la différence d'un dallage intérieur, pour lequel on met généralement en place un isolant ou un film plastique en sous face de la dalle, la réalisation d'une dalle extérieure se fait sur du géotextile. Ce genre de feutrine empêche les herbes de pénétrer dans les microfissures du béton, ce qui assainit l'ouvrage. Un rôle non moins important du géotextile est la stabilisation du terrain.

Une terrasse réalisée après la construction de la maison doit impérativement en être désolidarisée et reposer sur une forme stabilisée.

Attention

Sur un terrain fraîchement remblayé, la terre végétale, impropre à servir de support, n'est pas utilisée et la forme en matériaux incompressibles compactés est réalisée. Puis il est préférable d'attendre un à deux ans avant de réaliser les terrasses, afin d'éviter tout affaissement des ouvrages dû au tassement des terres.

Lorsque l'implantation et la réalisation des formes compactées sont achevées, le béton des allées et terrasses peut être mis en œuvre.

La pose du treillis soudé s'effectue sur toute la surface de la dalle. Le raccordement des plaques se réalise en croisant le treillis de 2,5 mailles (voir aussi chap. 4).

PLOTS ET GUIDES

Principe des plots et guides

Le treillis soudé doit être noyé dans le béton (il ne doit surtout pas reposer au sol), on réalise donc des plots de béton qui permettent l'enrobage correct en noyant le treillis au sein de ces plots. Ceux-ci servent également à disposer les guides pour le tirage de la dalle.

Les guides sont nécessaires afin de tirer la dalle la plus plane possible, ils servent de support à la règle métallique pour cette opération.

Ces guides sont des pièces de bois suffisamment rectilignes et assez résistantes, ni trop épaisses ni trop fines : on utilise généralement des planches de 27 mm.

Nota : l'espacement des plots (50 cm maximum) est fonction de l'épaisseur des guides afin que ceux-ci soient suffisamment soutenus, qu'ils ne plient pas lors du tirage de la dalle. Les guides ne doivent pas être trop épais, au risque de gêner le treillis placé dans la dalle. En outre ils sont enlevés au fur et à mesure du tirage il faut donc reboucher le vide laissé : plus celui-ci est grand plus le travail est long.

L'épaisseur des guides détermine la hauteur du dessus des plots puisque le dessus des guides correspond au niveau fini de la dalle (exemple : pour une dalle de 10 cm d'épaisseur, on réalise des plots de 7,3 cm de hauteur pour des planches de 27 mm).

Les plots sont calepinés de manière à soutenir suffisamment les guides et le treillis (s'ils sont trop écartés celui-ci touchera le sol de par son poids propre). Ils sont bien entendu alignés afin de permettre la pose des guides.

On tient aussi compte de la mise en œuvre logique de la dalle (de quel côté commence-t-on à couler et tirer, dans quel sens place-t-on les guides…). Les guides doivent se situer à 10 cm environ des murs. Ils ne doivent pas se trouver sur le trajet des brouettes et doivent être placés en fonction de la longueur de la règle dont on dispose.

Les guides doivent être placés, selon le cas, de niveau ou en pente : pour une terrasse il est essentiel de prévoir une forme de pente pour l'évacuation de l'eau de pluie.

Le béton des plots doit être bien ferme pour permettre la réalisation de tas qui ne s'affaissent pas et qui sèchent assez rapidement.

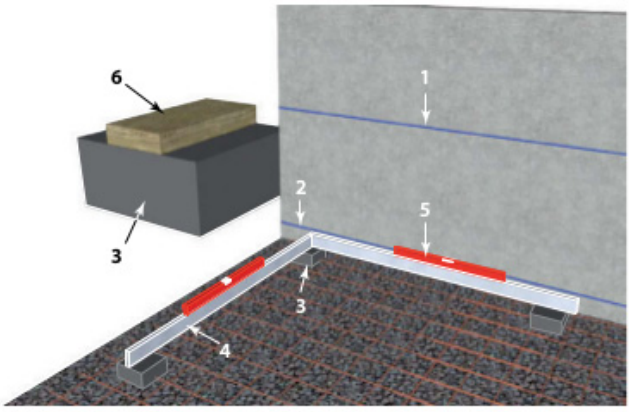
Réglage des plots

À partir du trait de niveau de 1 m [1] (voir chap. 1, § outils de mesure et de traçage), tracer sur la façade la hauteur finie du béton [2], horizontale ou avec sa forme de pente selon le cas.

Une fois le béton des plots (dosé à 300 kg/m^3) déposé en petits tas, le treillis soudé est tiré vers le haut pour le remonter dans les plots [3] afin qu'il ne touche pas le sol.

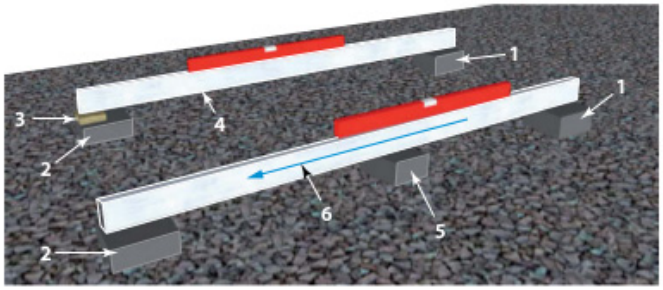
À l'aide de la règle métallique [4] et du niveau à bulle [5], on peut ensuite lisser le dessus du plot pour le régler à la hauteur voulue pour les guides [6].

Dans le cas d'une dalle horizontale, le niveau est vérifié de plot en plot, dans les deux directions.

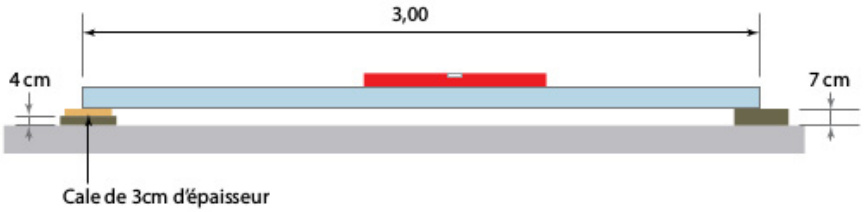


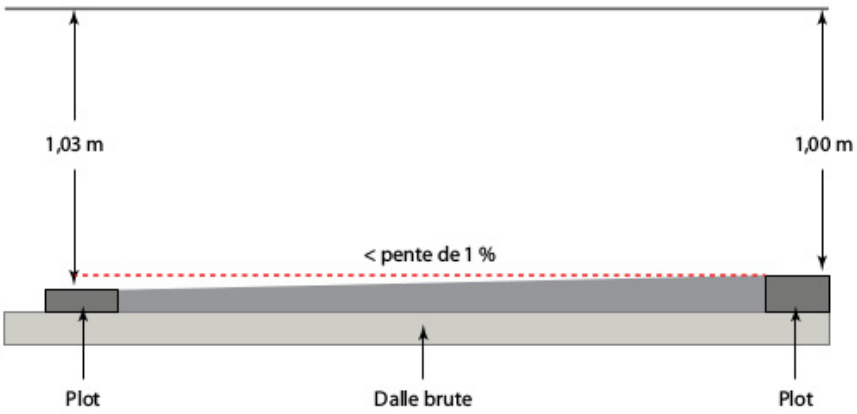
Pour effectuer une pente, la méthode est sensiblement la même, on prévoit simplement une cale sous la règle :

- le plot de départ [1] est le point haut de la pente ;
- le plot situé à une distance de 2 mètres [2] a sa hauteur finie calculée en fonction de la pente : par exemple, pour une pente de 1 % (1 cm pour 100 cm) le plot doit être 2 cm plus bas ;
- on place donc une cale [3] de 2 cm sous la règle [4] et on règle ainsi à l'aide du niveau le dessus du plot ;
- le plot intermédiaire [5] est ajusté grâce à la règle reposant sur les deux premiers plots. La pente [6] est ainsi régulière.



Pour une règle de 3 m et une pente de 1 % la mise en œuvre des plots est la suivante :

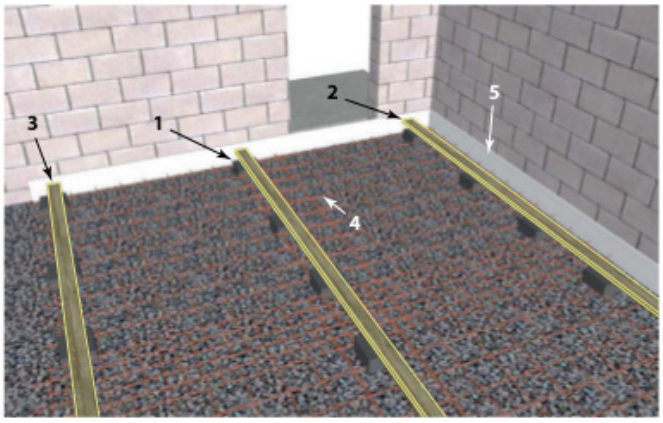




Sur ces plots [1] sont posées les planches servant de guides [2] réglés à la hauteur de la dalle [3]. Le treillis soudé [4] est en place.

Attention

Un joint de dilatation (minimum 1 cm) [5] est prévu contre la construction existante ainsi qu'entre la terrasse et les allées. Il est réalisé avec de la mousse en rouleau ou du polystyrène.



À propos des joints

Un joint de dilatation est un joint présent sur toute l'épaisseur du béton. Il donne à la dalle une liberté de dilatation pour ne pas détériorer les autres parties construites.

Un joint de fractionnement est un joint réalisé sur 1/3 de l'épaisseur de la dalle au maximum. Il permet de diriger les fissures éventuelles pour éviter à la couche de finition (carrelage) de se fendiller. On prévoit un joint tous les 25 m² environ, mais il peut être réalisé à moins lorsque la largeur est inférieure à 4 m (par exemple pour une surface de 8 × 3 m on peut prévoir un joint intermédiaire à 4 m).

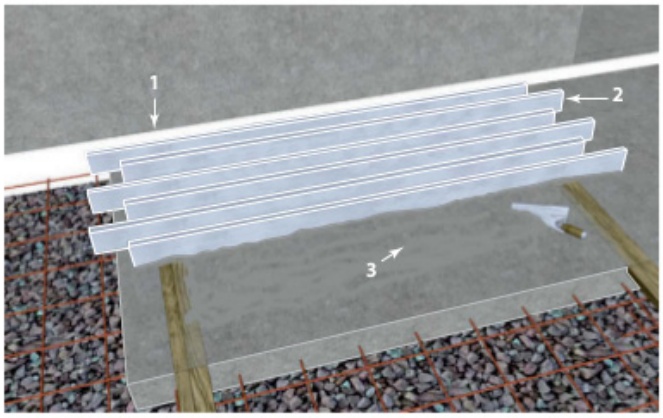
TIRAGE

Avant le coulage, on veille à ne pas oublier de placer le joint de dilatation [1] contre le mur. Le béton, dosé à 300 kg/m³, s'étale à la pelle et au râteau, sans excès.

Entre deux guides, on remplit de béton étalé une longueur d'environ 1 m puis on tire le béton en imprimant à la règle [2] un mouvement de va-et-vient de droite à gauche. La règle doit glisser correctement sur les guides pour obtenir une surface régulière. On recule au fur et à mesure du lissage du béton.

Le surplus de béton [3] qui s'accumule devant la règle est régulièrement enlevé à la truelle.

Recommencer deux fois l'opération de tirage afin d'obtenir une surface bien plane.



Coulage d'une dalle

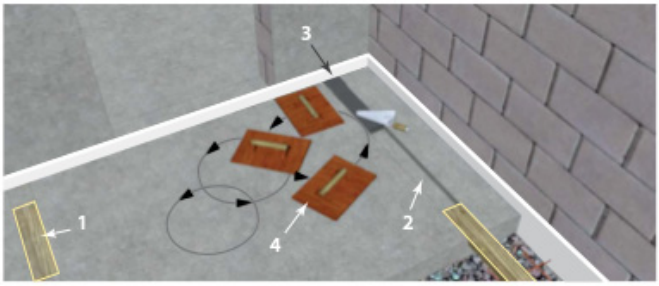
Mise en œuvre des guides en béton de part et d'autre de la surface à couler.

Le travail de coulage et tirage avance progressivement, au fil des gâchées (il ne faut évidemment pas que le béton commence sa prise avant d'avoir effectué le tirage).

TALOCHAGE

Avant de surfacer, la planche de guide [1] est reculée [2] et on comble le manque par du béton [3], sans excès.

On peut alors talocher par de grands mouvements en cercle, lents et réguliers [4], sans appuyer sur la taloche.



Talochage d'une dalle

Après le tirage d'une partie, on taloche légèrement pour obtenir une surface régulière.

Important

Après avoir fini cette première partie de dalle on renouvelle les opérations de coulage, tirage et talochage, en prenant soin de reprendre le tirage puis le talochage en chevauchement de 20 cm sur la partie déjà réalisée.

Réfection du sol d'un appentis

Dans cet exemple, le sol étant stabilisé depuis longtemps, il n'y a pas lieu de terrasser profondément, il suffit de décaisser sur 12 cm la terre et les graviers en place.

Décaissement de 12 cm pour la réserve de béton

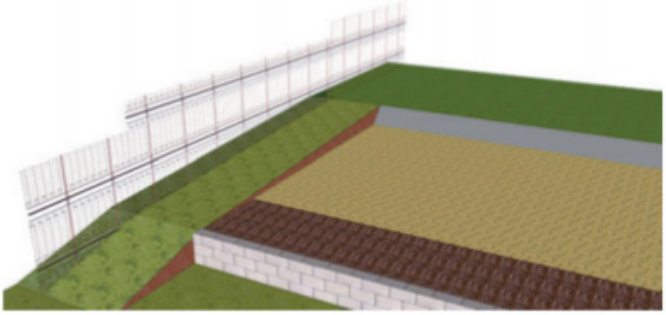
Emmarchement

Les aménagements extérieurs exigent parfois la création de quelques marches d'escalier. Pour réaliser ce travail, il n'est pas utile de coffrer (voir chap. 10 réhabilitation, § escalier droit). Le plus simple est de réaliser les contremarches à l'aide de blocs béton creux d'épaisseur 10 cm. Ces faces extérieures seront recouvertes d'un enduit ou carrelées.

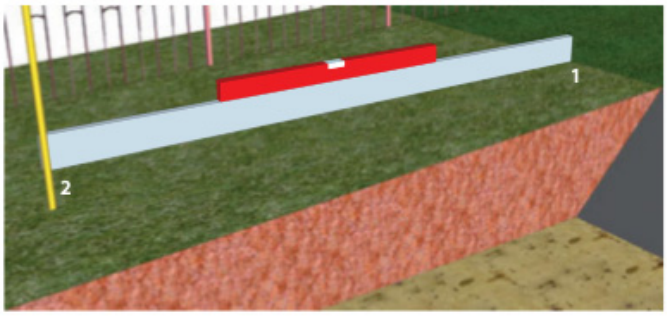
Marches enduites et carrelées

Projet : création de deux séries de marches

L'objectif est de supprimer la pente, à gauche, afin de suivre le profil des terrasses du terrain.



La première étape consiste à connaître le dénivelé pour choisir le nombre de marches à réaliser et leur géométrie : hauteur et profondeur (giron).



Une règle est tenue de niveau en appui sur la partie haute du terrain, au point d'arrivée souhaité pour l'emmarchement [1]. On mesure la hauteur sous la règle à l'autre extrémité [2] : au niveau du terrassement prévu ou au point bas de la première marche à construire.

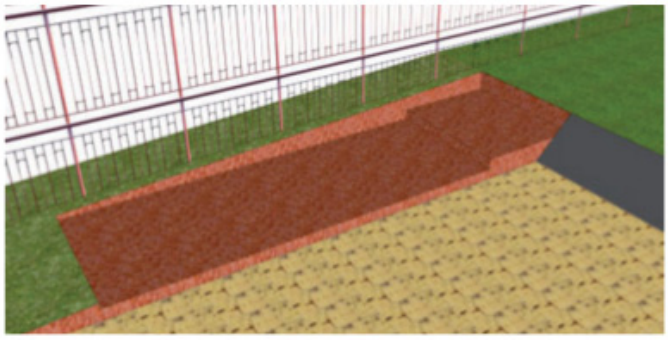
L'opération se réalise en plusieurs mesures si la règle n'est pas suffisamment longue.

On tient compte bien entendu de l'éventuelle mise en œuvre d'un revêtement du sol qui influerait sur la hauteur totale à monter.

Premier exemple

Sur la partie haute du terrain on a un dénivelé de 50 cm sur 2 m de long.

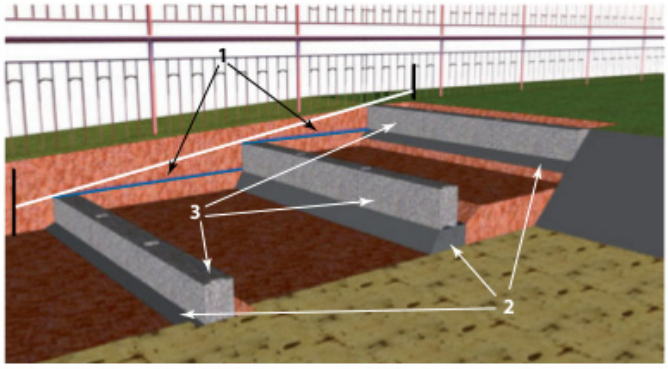
On désire créer deux girons de 1 m et 3 hauteurs de marche de 16,5 cm, avec un emmarchement de 1,40 m de large. Le gros du terrassement se réalise sur 3 m de long et 1,50 m de largeur. Un biais est réalisé en tête de talus.



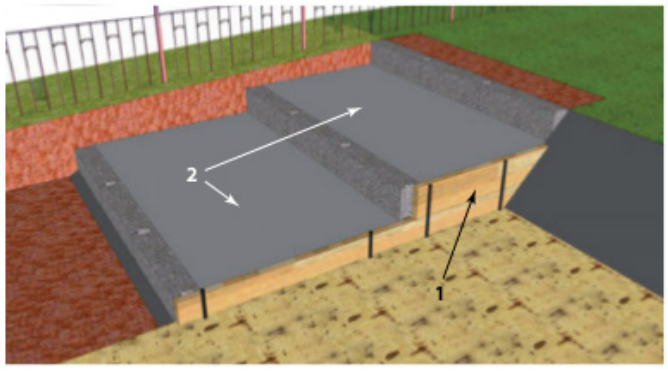
Après le traçage des hauteurs brutes [1] (ici moins 3 cm par rapport au niveau fini), trois petites semelles de 25 cm de large sont creusées, sur une épaisseur de 15 cm.

Un béton assez ferme (dosé à 250 kg/m³) est coulé [2] et les trois rangées de blocs béton de 10 cm [3] sont maçonnées et réglées sur ce béton frais. Ces blocs servent d'arrêt pour le béton et de contremarches.

Une fois les blocs bien réglés en aplomb et en alignement, on complète le béton manquant ce qui scelle définitivement les rangées.

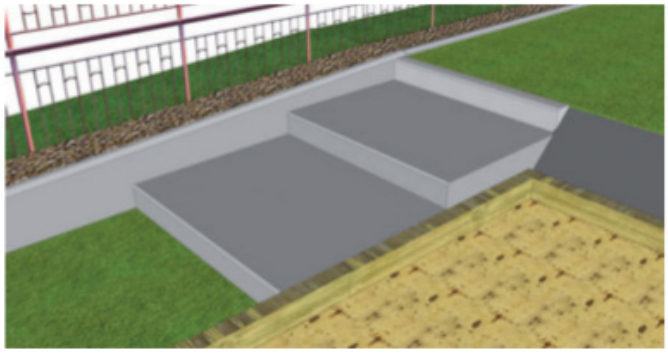


Après avoir coffré simplement les côtés de l'escalier à l'aide de planches et de piquets [1], le béton de remplissage est coulé [2] (dosage de 250 kg/m³). On tire à la règle et un talochage brut est réalisé sur les petites dalles.



Pour la finition, des bordures ont été posées (voir § dédié plus bas) le long de l'escalier et des bois placés en périphérie du terrain de pétanque.

La chape de finition est réalisée avec une petite pente de 0,5 %. Le nez de marche est arrondi à l'aide du fer à boudin que l'on passe à plat sur la contremarche en lissant le plus possible.



Second exemple

Sur la partie basse du terrain, un second cas se présente : 48 cm de dénivelé sur 60 cm de long.

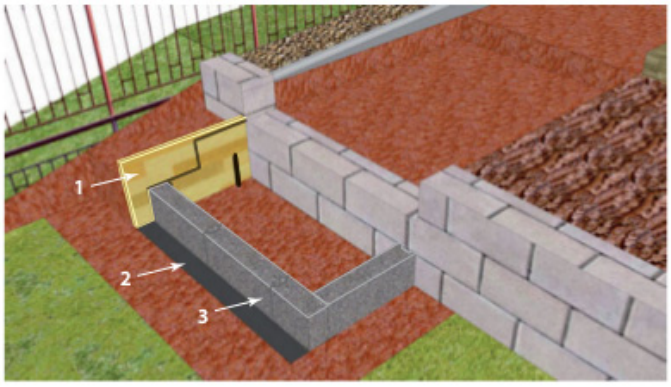
On souhaite créer trois marches donnant sur le jardin ayant pour dimensions 16 cm de hauteur et 30 cm de giron, avec un emmarchement de 1,40 m de large. Sur le palier de départ, des dallettes en béton d'une épaisseur de 5 cm seront collées sur le béton.

Situation laissée après la maçonnerie du mur

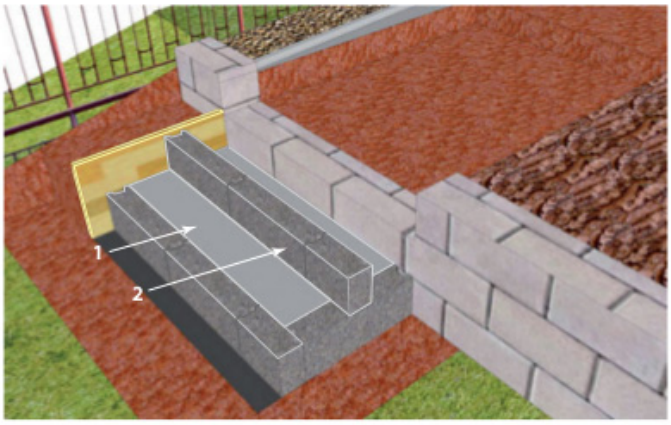
Un panneau provisoire de coffrage [1] est installé le long de l'escalier, calé entre des piquets et un peu de terre. Ce panneau sert pour le traçage des marches.

Une petite semelle de 25 cm de large par 10 cm de profondeur est terrassée et coulée [2].

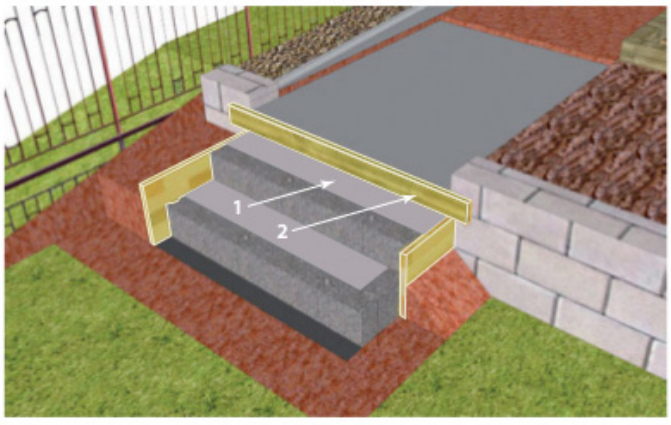
Sur cette fondation est maçonnée la rangée de blocs [3] qui coffrera la première marche. Les blocs sont positionnés 1 cm en retrait de la face finie (pour l'enduit) et 3 cm plus bas (pour la chape de finition).



Le béton de remplissage de la première marche est coulé sur toute la surface [1] (dosage de 250 kg/m³). Sur celui-ci est maçonnée la deuxième rangée de blocs [2] pour la deuxième marche, toujours en cotes brutes (en tenant compte des finitions ultérieures).

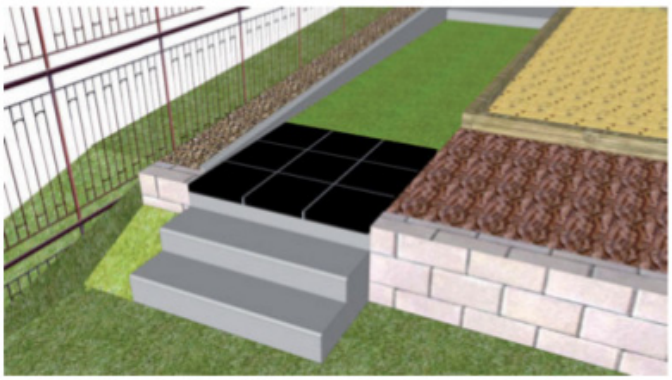


La deuxième marche est coulée [1] puis on coffre la dernière marche à l'aide d'une planche de 10 cm [2] (le palier est prévu pour recevoir des dalles) fixée par des pattes à coulisse (chevillettes).



La chape de palier de 3 cm est réalisée en recoffrant la face avant à la hauteur finie. Le nez de marche est arrondi au fer à boudin passé à plat contre la planche de coffrage.

L'enduit des contremarches est réalisé en même temps que celui du mur. Les dalles du palier se posent à la colle à carrelage pour extérieur (antigélive).



Chape rapportée

Une chape est composée de sable et de ciment, comme un mortier (sauf pour la chape refluée).

Il existe plusieurs sortes de chapes :

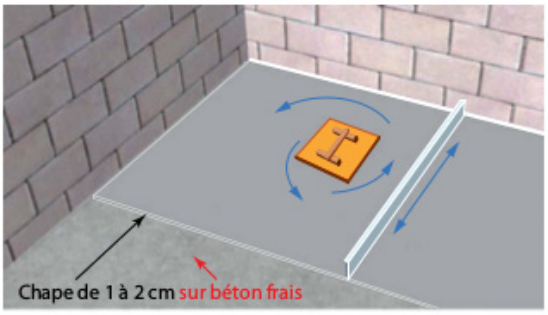
- La chape refluée : effectuée quand le béton commence à faire sa prise, à l'aide d'une taloche mécanique, après saupoudrage en surface de différents matériaux (ciment, quartz, limaille de fer, etc.) suivant la destination du sol fini. On parle de chape mais c'est bien le béton de la dalle lui-même qui fait chape en surface. L'épaisseur en est de quelques millimètres.

Taloche mécanique

Utilisée pour la finition très lisse de la chape refluée (ou béton lissé), cette taloche nécessite un certain coup de main.

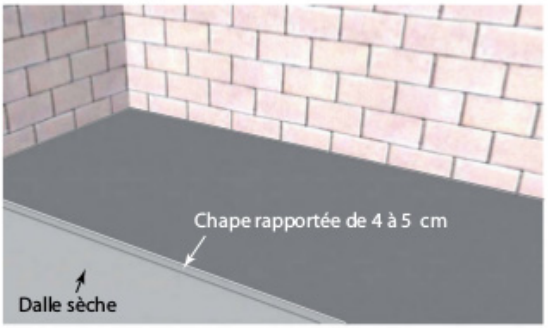
- La chape incorporée : façonnée juste après le coulage de la dalle. On la dit incorporée car la liaison au béton est très bonne du fait du coulage avec un minimum de séchage du béton. Comme la liaison est bonne la chape peut être très mince sans risque de fissuration. Son épaisseur est de 1 à 2 cm de mortier dosé à 300 kg/m³.

Chape de 1 à 2 cm sur béton frais



- La chape liquide ou de ravoirage : souvent mise en œuvre pour combler un plancher chauffant. Elle est exécutée par un spécialiste.
- La chape rapportée : réalisée sur un béton sec, au dosage de 400 à 500 kg/m³ si elle reste en finition. Lorsqu'elle reçoit un revêtement, le dosage est moins riche en ciment : 275 kg/m³. Son épaisseur est de 4 à 6 cm.

Chape rapportée de 4 à 5 cm sur dalle sèche



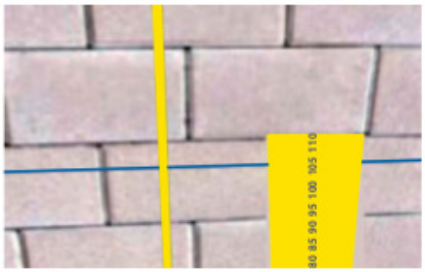
Parce qu'elle est la mise en œuvre utilisée en réfection (sur une dalle existante) et la plus accessible aux maçons non aguerris, on présente ici en détail la réalisation d'une chape rapportée.

La chape rapportée peut être réalisée avec une pente pour l'évacuation des eaux vers l'extérieur (ou avec un siphon de sol). Le plus souvent elle est destinée à recevoir un revêtement de sol (parquet, moquette, carrelage).

Dans l'exemple suivi ici, une chape est réalisée sur la dalle avant la pose du carrelage de la terrasse.

PRÉPARATION DU SUPPORT

Par rapport au trait de référence à 1 m du sol fini (voir chap. 1, § outils de mesure et de traçage), on vérifie que l'épaisseur de la chape est bien comprise entre 4 et 6 cm (soit une mesure de 1,05 m environ du trait au sol actuel).



Le support doit être propre : pas de bosses ou aspérités en pied de mur, elles sont éliminées à l'aide d'une massette et d'une pointerolle (ou éventuellement d'un petit marteau-piqueur électrique) et on procède ensuite à un dépoussiérage.

On utilise de la résine d'accrochage qui permet à la chape de bien adhérer à la dalle béton.

La surface de la dalle doit être rugueuse ce qui est le cas pour un béton taloché. Si, en réfection, on se trouve dans le cas d'une dalle trop lisse, il est préférable de passer une boucharde électrique qui rendra la surface rugueuse.

La dalle est bien mouillée avant d'appliquer au balai de cantonnier :

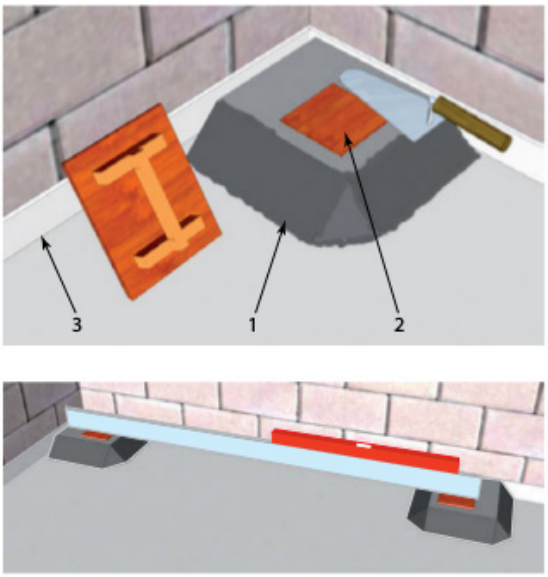
- soit une fine couche de résine d'accrochage ;
- soit un coulis de mortier et de résine (une pelle de portier pour 5 litres de résine, ce qui permet d'économiser la résine), en fine couche également.

On positionne un joint de dilatation de 5 mm à 1 cm d'épaisseur (en mousse ou en polystyrène) sur la périphérie des pièces.

PLOTS ET CHEMINS

Toujours par rapport au trait de niveau de 1 m, on prépare les plots de mortier [1] qui donnent la hauteur de la chape pour la confection des chemins (guides). Une petite plaque de bois [2] est disposée sur chaque plot afin de faciliter la vérification du niveau puis surtout de tirer les chemins sans abîmer les plots encore frais.

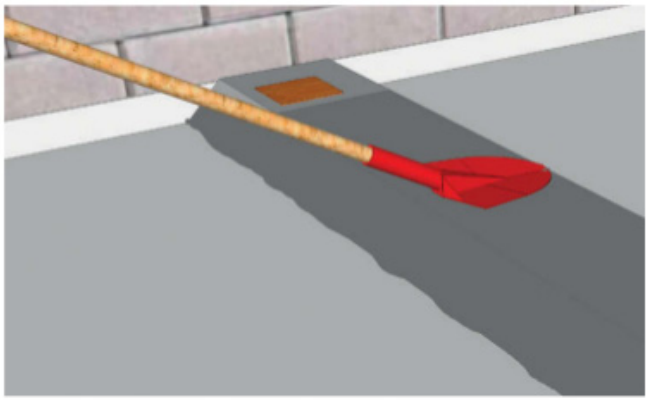
On prévoit toujours un joint de dilatation [3] contre les murs.



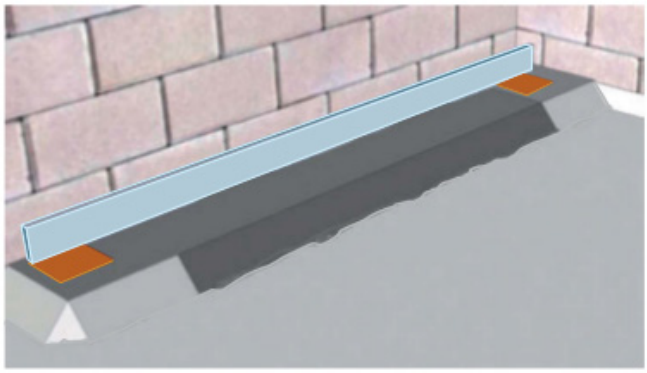
Le savoir-faire du maçon

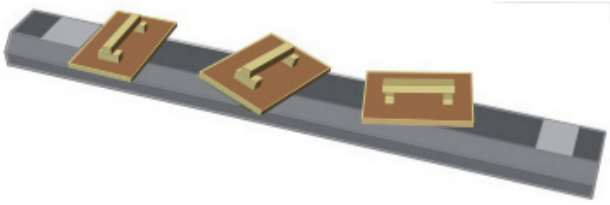
La longueur de règle ne doit pas excéder 2 m afin d'obtenir une planéité parfaite.

Les chemins, ou guides, sont réalisés en garnissant de mortier l'intervalle entre deux plots, selon le sens de tirage prévu pour la chape (voir aussi ci-dessus § dalle de terrasse, plots et guides). Bien damer le mortier à l'aide du dos de la pelle.



Puis, à l'aide de la règle, tirer en prenant appui sur les deux plots afin d'obtenir un guide parfaitement plan, en ôtant le surplus de mortier.





La surface du guide est talochée, sans appuyer, pour la rendre bien plane.

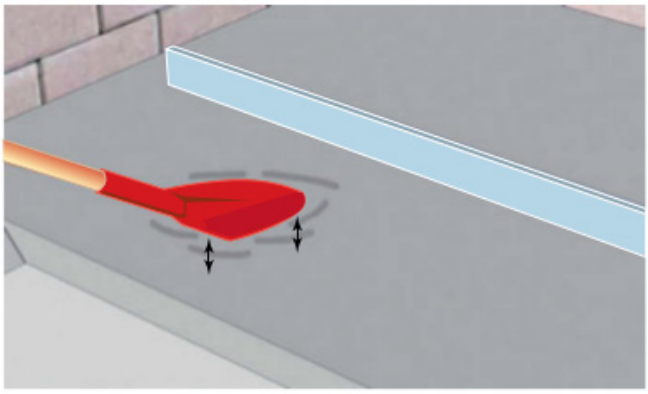
> ***Le savoir-faire du maçon***
>
> *Pour faciliter la tâche, plutôt que de créer des chemins, on peut réaliser des guides comme pour le béton d'une dalle, en remplaçant les petites plaques de bois par une latte bien droite. Dans ce cas il faut créer des plots intermédiaires car l'intervalle serait trop important et la latte se plierait sous l'effet du poids au moment du dressage de la chape. La hauteur des plots sera dans ce cas égale à la hauteur finie moins l'épaisseur de la latte servant de guide.*

Pour dresser une chape en pente on procède, lors de la création des plots, par l'ajout d'une cale de hauteur calculée sous la règle (comme pour une dalle, voir § plus haut).

TIRAGE

Lorsque tous les guides sont prêts, la chape peut être coulée.

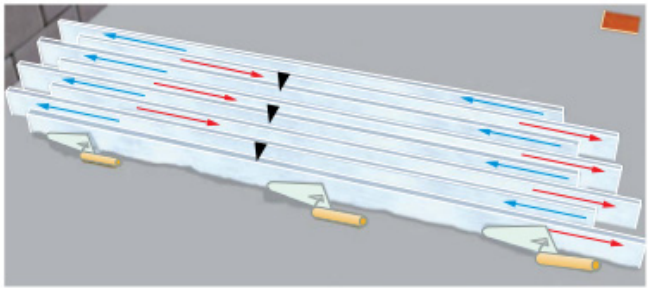
On prévoit la réalisation de manière logique : la partie réalisée ne doit pas gêner l'avancement du travail. On remplit le mortier par longueur de 1 m maximum et on dame à l'aide du dos de la pelle.

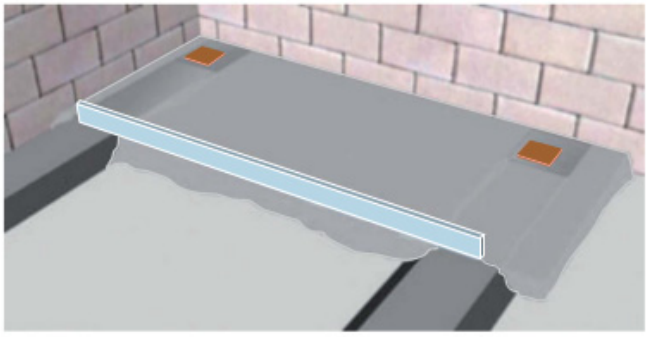


Attention

Le mortier ne doit pas être trop mouillé au risque d'obtenir une surface ondulée donc une mauvaise finition.

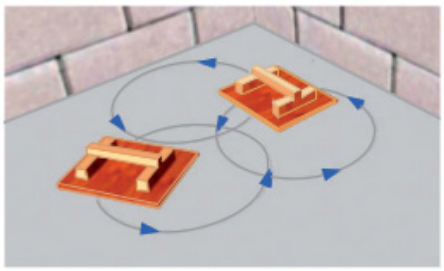
On dresse la chape à la règle de 2 m en sciant de droite à gauche jusqu'à obtenir une surface lisse et plane.





TALOCHAGE

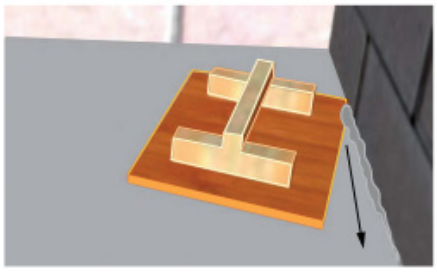
Le talochage grâce à une grande taloche en effectuant des mouvements en cercle.



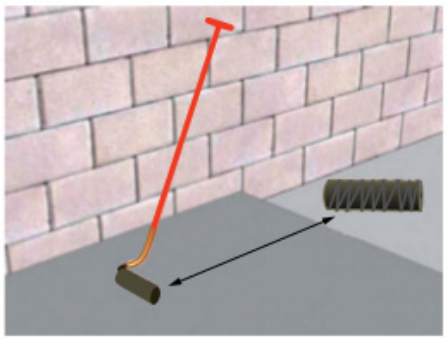
Puis on rebouche les petits trous avec un peu de mortier avant de repasser la taloche.

Une attention particulière doit être portée à la périphérie des pièces car il arrive souvent que des bosses se produisent à cet endroit à cause du tirage à la règle.

Contre les murs, il faut donc, au moment du tirage, enlever le plus gros de l'excédent à la truelle. Puis la taloche peut couper le léger surplus de mortier : on prendra le coup de main, avec l'expérience, pour couper sans écraser. Il ne faut surtout pas écraser cet excédent dans la chape.



Pour une finition nette, on lisse à la truelle après avoir saupoudré de ciment si nécessaire (voir chap. 9 § appui de fenêtre, appui coulé en place) ou bien on passe une boucharde si l'on souhaite obtenir une finition antidérapante (la boucharde est un rouleau garni de dents ou de motifs).



En fin d'ouvrage, il faut interdire l'entrée durant quelques jours, jusqu'à atteindre un séchage suffisant.

> ***Désordres de la chape***
>
> *Le manque d'adhérence d'une chape sur son support entraîne un cloquage partiel ou un décollement généralisé. La présence de fissures dans tous les sens et de boursouflures en est les signes principaux. Si l'on frappe doucement sur la chape, elle sonne creux. La dégradation d'une chape cloquée est rapide.*

Bordures

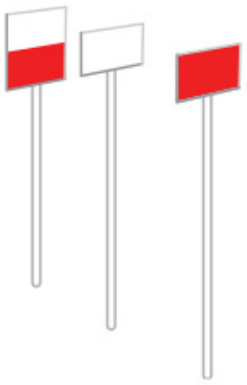
IMPLANTATION AUX NIVELETTES

Le jeu de nivelettes est un outillage simple mais indispensable pour la pose de bordures. Il permet de réaliser une ou plusieurs pentes sans nécessiter d'appareils optiques et sans calculs compliqués.

Un jeu de nivelettes comprend trois nivelettes :

- la nivelette mère, constituée de deux zones rectangulaires superposées, généralement une rouge et une blanche, donc formant à leur jonction une ligne médiane ;
- la nivelette de visée qui correspond à un seul rectangle de la nivelette mère, de couleur rouge ou blanche ;
- la nivelette baladeuse, identique à la nivelette de visée mais de l'autre couleur.

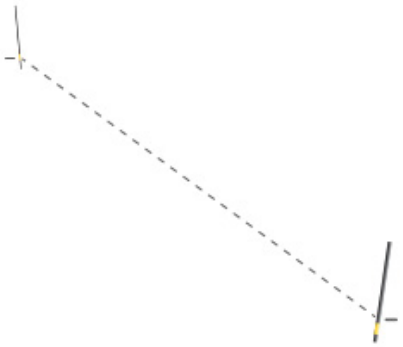
Nota : les nivelettes de visée et baladeuse n'ont pas la même longueur : la blanche est de la hauteur de la mère blanche et la rouge de la hauteur de la rouge mère.



Les nivelettes sont utilisées pour implanter en altimétrie des points complétant une pente régulière ou une horizontale :

- lors d'une implantation ;
- lors d'un terrassement en cours ;
- lors de la pose de bordures.

Dans tous les cas, deux points de l'alignement doivent être connus.



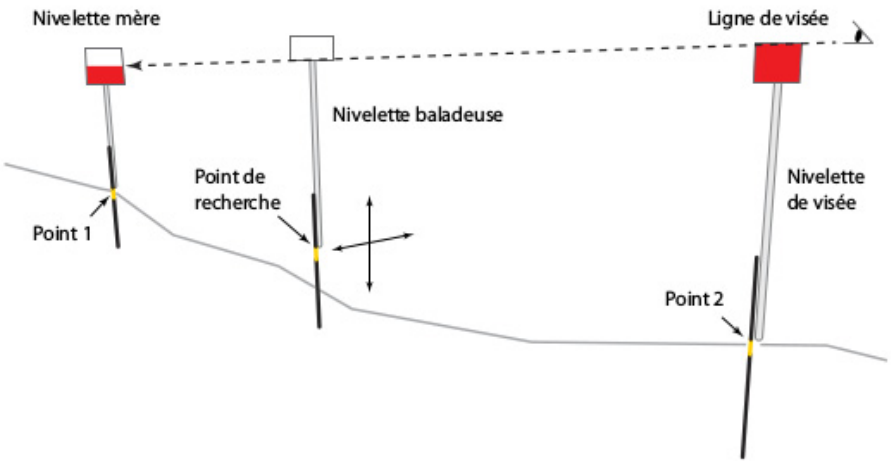
Les nivelettes ne sont jamais plantées dans le sol. Elles sont tenues sur des piquets ou des points matériels solides (bordures…). Il faut donc au minimum trois opérateurs, un par nivelette.

Important

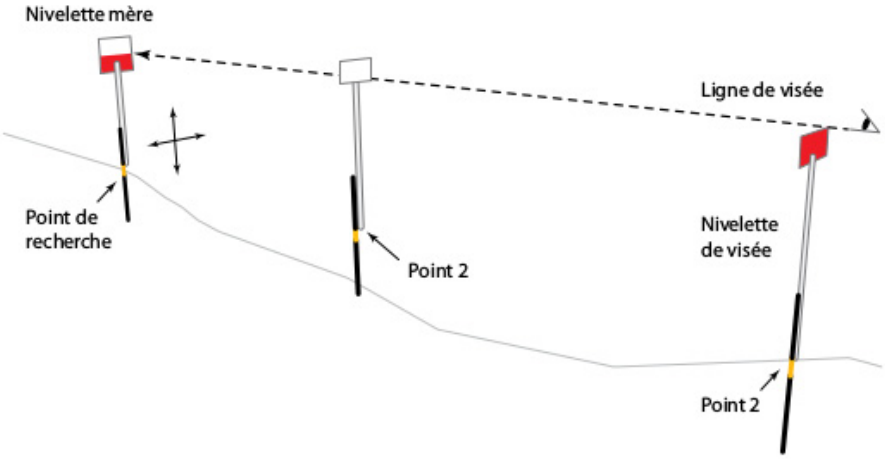
Toutes les nivelettes doivent appartenir au même jeu. Leurs pieds doivent être propres, exempts de boue.

Création d'un alignement de niveau :

- la nivelette mère sert de référence, elle est placée sur le premier point connu (point 1) ;
- la nivelette de visée est tenue par l'opérateur principal sur le deuxième point connu (point 2) ;
- les altitudes des points intermédiaires sont obtenues en alignant le bord de la nivelette baladeuse avec la ligne de visée. Pour cela, un aide positionne la nivelette baladeuse en fonction des directives de l'opérateur.



La nivelette mère peut elle aussi devenir baladeuse pour prolonger un alignement.

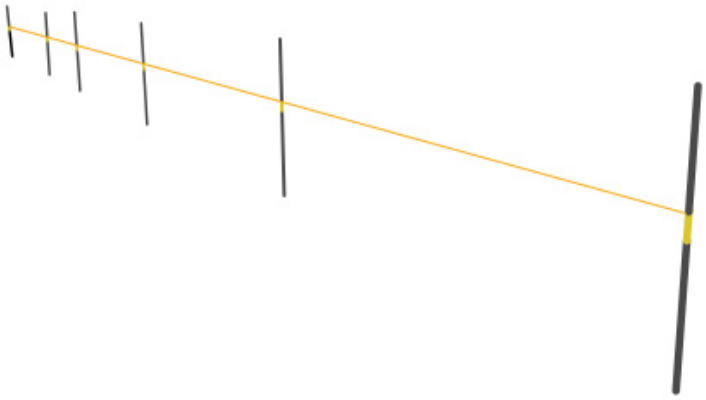


Dans les deux cas, le point déterminé par le pied de la nivelette baladeuse doit être reporté par un trait sur un piquet bois ou un scotch sur un piquet fer.

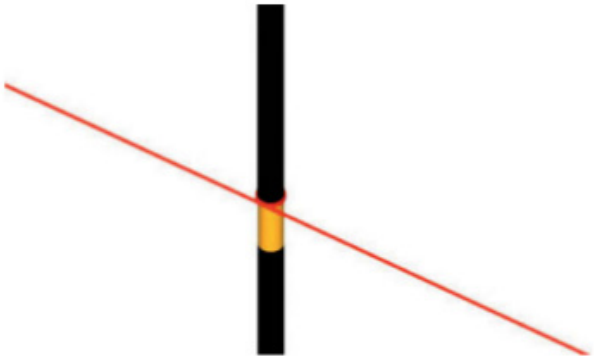
Le savoir-faire du maçon

Les nivelettes sont légèrement décalées en alignement pour que la nivelette mère ne soit pas entièrement masquée par les deux autres, ce qui facilite le contrôle de coïncidence des arêtes.

Une fois tous les piquets posés, les repères des hauteurs donnent l'alignement en hauteur (de niveau ou en pente) et un cordeau tendu l'alignement en plan.



Lors de la pose du cordeau, un tour mort est fait à chaque piquet, au niveau du repère de hauteur, afin que la ficelle soit toujours bien tendue.



Attention

Lors de la pose des piquets, il faut les planter le plus d'aplomb possible et les décaler de 1 cm en arrière de la fouille prévue afin qu'ils ne gênent pas lors de la pose des bordures.

POSE DE BORDURES

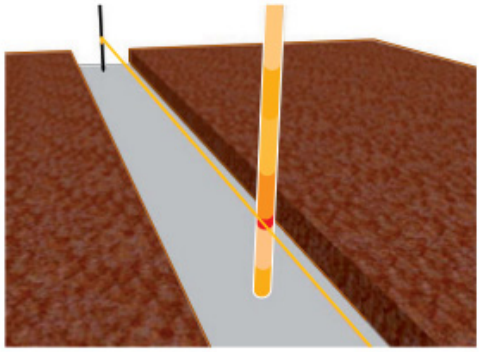
Le cordeau définit à la fois l'alignement et la hauteur des bordures : le béton est donc réglé par rapport au cordeau : hauteur de la bordure + 1 cm pour le tassement du béton de pose.

Le béton à bordure est un béton maigre simplement destiné à faciliter le réglage des bordures : on prévoit un béton dosé à 200 kg/m³. Il est très ferme pour que les bordures soient stabilisées même lorsqu'il est frais.

Le savoir-faire du maçon

Pour faciliter la mise en place de la couche de béton, la distance entre le niveau fini du béton et le repère de hauteur des bordures (niveau du cordeau) peut être marquée grâce à un scotch sur le manche de la pelle. On vérifie ainsi facilement, avec cette pige que l'on a toujours en main, la quantité voulue, sans manque ni excès.

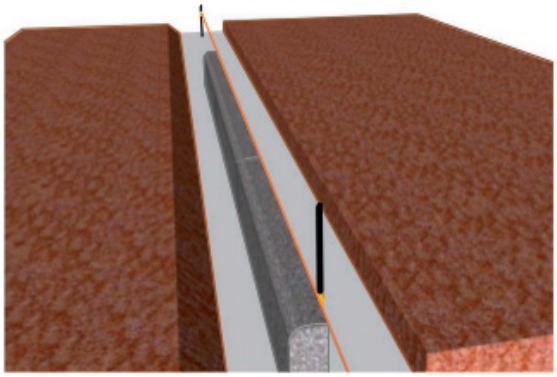
On peut, sinon, prévoir de petits piquets plantés dans le sol jusqu'à la hauteur finie du béton (voir chap. 7, § mur de clôture, fondation).



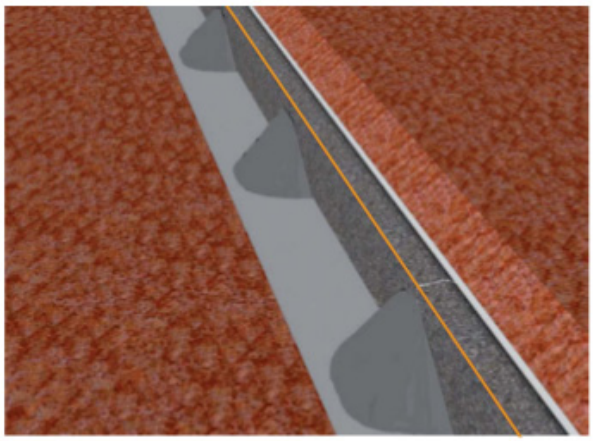
Mise en place d'une bordure

Attention, les bordures sont lourdes, il est préférable de les porter à deux et à l'aide d'une pince à bordures qui facilite le travail.

Lorsque la bordure est posée sur le béton, le réglage en hauteur et en alignement s'effectue au maillet en caoutchouc ou à l'aide d'un morceau de bois et d'une massette.



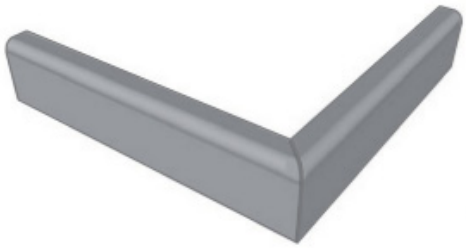
Une fois les bordures posées et réglées, leur blocage est fait au béton, à l'arrière de la bordure, sur les 3/4 de la hauteur environ. Bien damer ce béton pour un bon calage.



Le calage peut aussi être fait sur toute la longueur des bordures.

Coupe d'angle

Dans les angles droits, les bordures se coupent à 45° pour offrir une finition convenable. On utilise une meuleuse thermique avec disque à diamants.



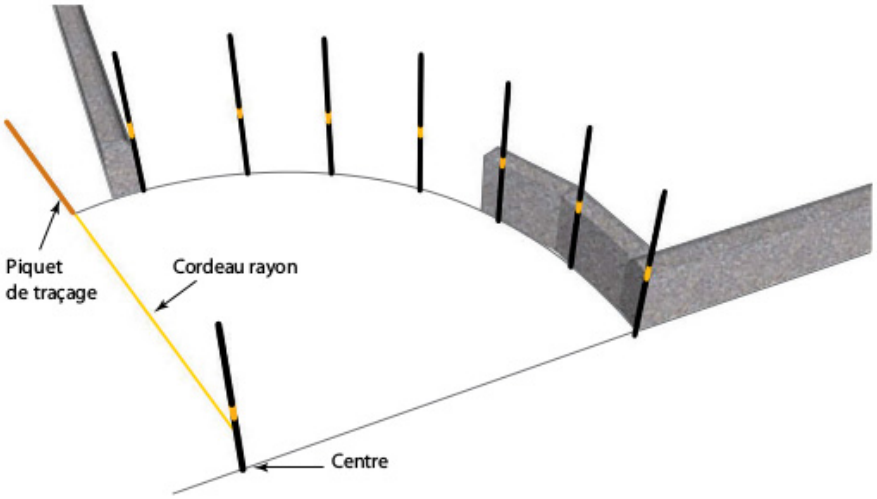
La coupe à 45° se réalise en prenant la diagonale d'un carré (pour une bordure de 10 cm de large, tracer un trait à 10 cm de l'about puis tracer la diagonale).

Une fois les bordures posées et bloquées, les joints sont réalisés au mortier à l'aide d'une taloche en polystyrène.

MISE EN ŒUVRE D'ARRONDIS

Les arrondis se tracent à l'aide d'une fiche (piquet de fer) pour le centre du cercle, d'un cordeau pour son rayon et d'une autre fiche qui trace au sol.

Après le traçage, les piquets matérialisant l'arrondi sont posés les plus rapprochés possible pour gagner en précision.



Nota : dans un arrondi, plus le rayon est réduit plus les tronçons de bordures seront courts. À l'inverse, plus le rayon est grand plus les bordures sont grandes jusqu'à, sur les grands rayons, conserver la longueur totale des bordures (1 m).

Forme de pente pour le remplissage de bordures

Pour les formes non planes en surface, il suffit de travailler avec un gabarit fabriqué suivant la demande.

Pavage et dallettes béton

PRÉPARATION DU LIT DE SABLE

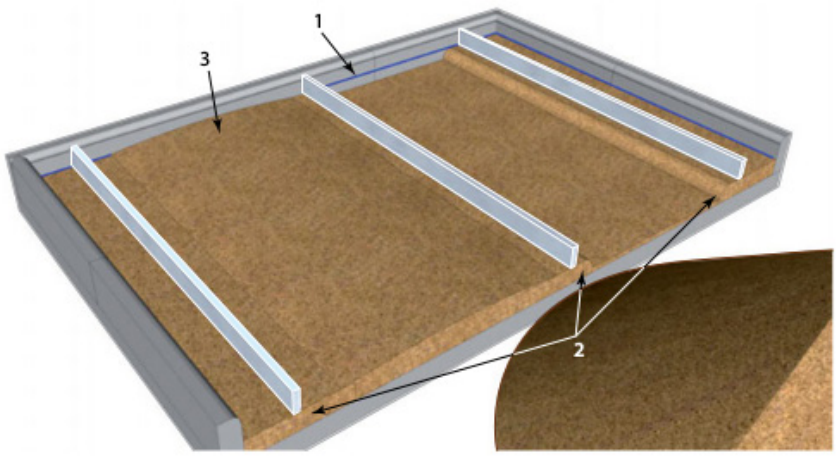
Pour réaliser la pose sur sable d'un pavage ou de dallettes, des bordures ou des murs doivent au préalable être réalisés pour servir de cadre et maintenir le sable.

La forme de pose voulue (surface plane et de niveau ou bien en pente) est obtenue en tirant du sable à la règle métallique. Pour cela, le tracé sur les supports (bordures ou murs) [1] est très utile.

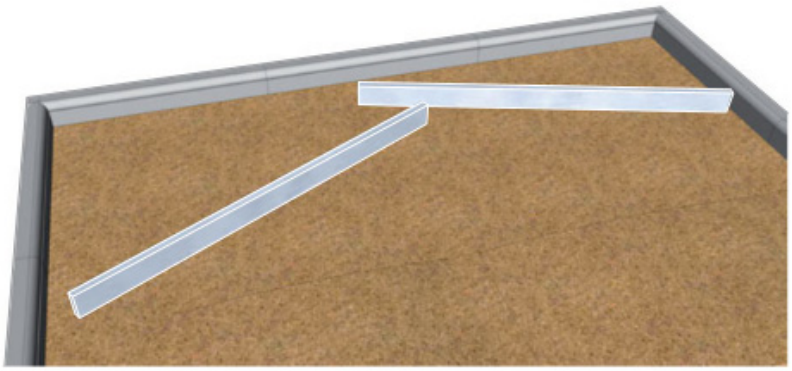
On calcule la hauteur finie du sable selon l'épaisseur du pavé ou de la dalle à poser. Il est conseillé de laisser 0,5 cm de plus afin de pouvoir faire descendre les éléments à régler.

On réalise des guides en sable [2], à intervalles réguliers en réglant d'abord des plots de sable, puis en remplissant entre deux plots et en tirant à la règle (comme pour la réalisation d'une chape, voir § chape rapportée).

L'espace entre les guides est ensuite rempli de sable [3].



Comme pour le béton, le sable bien damé est tiré grâce à des va-et-vient de droite à gauche avec la règle de 2 m. On procède mètre par mètre, en reculant.



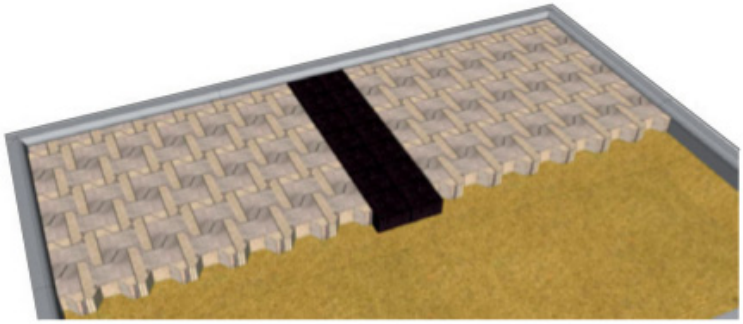
Principe du gabarit

De nombreuses formes sont possibles, il suffit de préparer un gabarit pour tirer le sable à la forme voulue. Dans l'exemple ci-dessous, on a réalisé un gabarit en pointe avec un replat de part et d'autre afin de créer un caniveau.

POSE DE PAVÉS

La pose s'effectue délicatement, les pavés sont posés bord à bord sur la partie de sable réglée, sans les enfoncer.

Un réglage est réalisé à l'aide d'une planche de bois et d'un maillet pour enfoncer en cas de besoin les pavés légèrement trop hauts.



Pour la coupe des pavés, une disqueuse avec disque à diamant est nécessaire. Une scie sur table est précise et conforme à la sécurité.

Lorsque toute la surface est posée, on étale du sable fin et on balaye l'ensemble afin que tous les joints se remplissent.

Un compactage à la plaque vibrante sur la surface, avant de supprimer le sable restant, participe à la stabilité de l'ensemble.

Réglage aux cordeaux

Avec de la patience, ce travail peut être effectué à l'aide de piquets et de cordeaux qui donnent les alignements et les altitudes. Le tirage du sable se fait à l'aide de guides en sable.

POSE DE DALLETTES

Une allée de dallettes gravillonnées est délimitée par des bordures qui réduisent les déformations de sa surface dues à l'enfouissement du sable dans la terre et à l'effet du gel et du dégel.

L'implantation est faite par fiches (piquets de fer) et cordeaux puis le terrassement supprime la terre végétale pour arriver jusqu'au bon sol, avec un minimum de – 40 cm.

Un géotextile est posé sur le fond de fouille, dans un premier temps pour garder la forme propre et à terme pour empêcher les herbes de pousser dans l'allée.

On dispose ensuite du béton et la pose des bordures est réalisée.

Attention

Les joints de bordures ne sont pas colmatés pour laisser libre l'évacuation de l'eau de pluie ou de lavage.

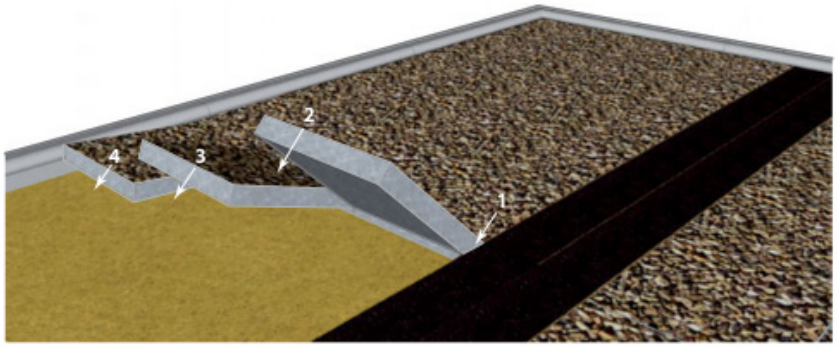
Une fois le béton des bordures bien sec, on procède au remplissage de la forme et à son compactage (voir plus haut § implantation et fondations).

Le sable est alors tiré sur une épaisseur de 5 cm environ.

Pour la pose, installer le premier rang bien de niveau puis présenter la dalle suivante exactement à l'emplacement voulu en formant un angle de 45° en s'appuyant sur la précédente [1].

Descendre doucement la dalle en la maintenant inclinée [2], jusqu'à la poser délicatement sur le sable [3 et 4].

Cette méthode crée un joint de 5 mm entre dalles et évite de déplacer plusieurs fois la dalle ce qui aurait probablement pour conséquence un mauvais réglage en hauteur.



Une fois les dalles posées et réglées, les joints sont colmatés au sable sec balayé.

Le savoir-faire du maçon

Pour une allée autorisant le passage de véhicules légers, mélanger du ciment avec le sable (au dosage de 150 kg/m³). Attention, ce mélange se fait à sec. Avec l'humidité, dans le temps, la couche sera beaucoup plus résistante.

QUATRIÈME PARTIE

EXTENSION ET RÉNOVATION

EXTENSION DE BÂTIMENT

9

L'envie ou l'idée d'une extension est souvent là sans que la méthode pour la réalisation effective soit acquise. Ce chapitre a pour objet d'aider à concrétiser un projet, en recensant les étapes principales.

Projet

Le projet d'extension est lié à un besoin : créer une pièce en plus (chambre, bureau…) ou un garage, ou encore agrandir les pièces de vie.

Il est nécessaire de préciser au maximum les usages envisagés et les besoins et contraintes qui y sont liés afin de cerner le mieux possible la surface nécessaire et les services à prévoir (point d'eau, sanitaires, rangements, lumière naturelle, ensoleillement, etc.).

L'orientation est prise en considération autant que possible, étant entendu que la surface d'implantation disponible est bien entendu un facteur décisif.

Une esquisse assez sommaire peut suffire à demander un certificat d'urbanisme opérationnel afin de s'assurer que le permis de construire sera probablement accepté.

Afin de rencontrer le moins possible de déconvenues, il est indispensable de bien lister et vérifier toutes les contraintes :

- constructives (réglementation, voisinage, voir aussi chap. 2 et 3) ;
- financières (budget prévisionnel) ;
- techniques (mode constructif, organisation du chantier, aide ponctuelle nécessaire, etc.).

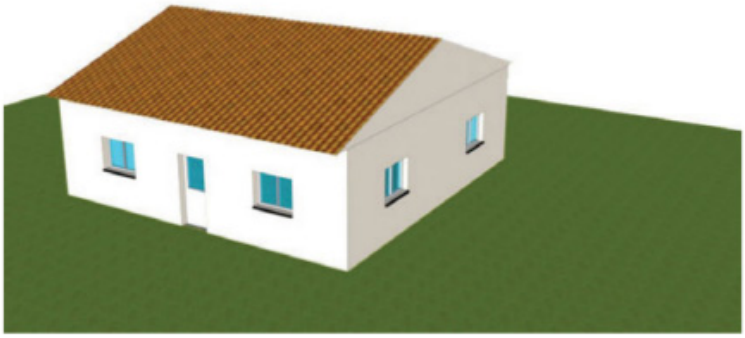
Une fois le projet cerné on dispose des éléments indispensables à une demande de permis de construire : surface habitable et emprise au sol, hauteur de la construction, répartition des percements, nature des façades et du toit…

Au préalable, on vérifie soigneusement sur le terrain que l'emplacement prévu, les dimensions, les hauteurs, les vues offertes par les ouvertures envisagées sont cohérentes et satisfaisantes. Pour cela, une implantation suffisamment précise et des repères de hauteur (par exemple par l'installation de pièces de bois dans les angles de la future construction) peuvent être utiles.

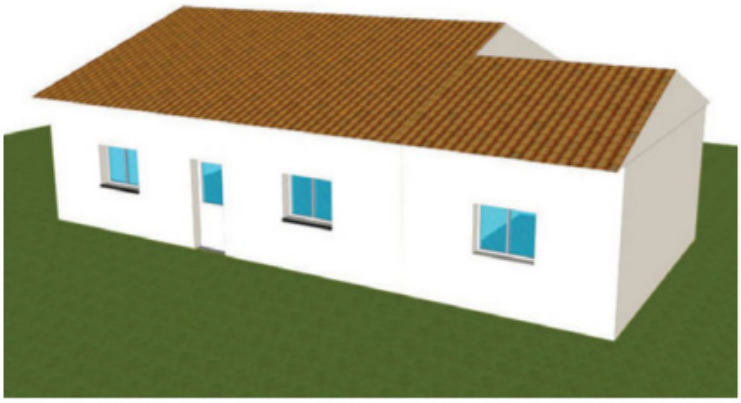
L'exemple traité ci-après est celui d'une maison de plain-pied pour laquelle on souhaite réaliser une extension habitable sur l'un des pignons.

L'accès depuis l'existant est prévu par la transformation d'une fenêtre en porte. La création de deux fenêtres identiques à celles de la construction existante (1,25 × 1 m) est projetée. Les dimensions intérieures sont 6 × 4 m, l'isolation intérieure est de 10 cm et l'enduit extérieur de 2 cm.

Construction existante



Projet



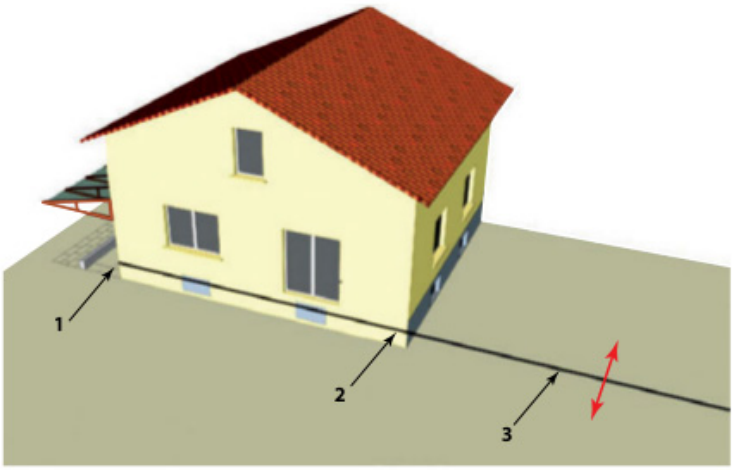
Implantation

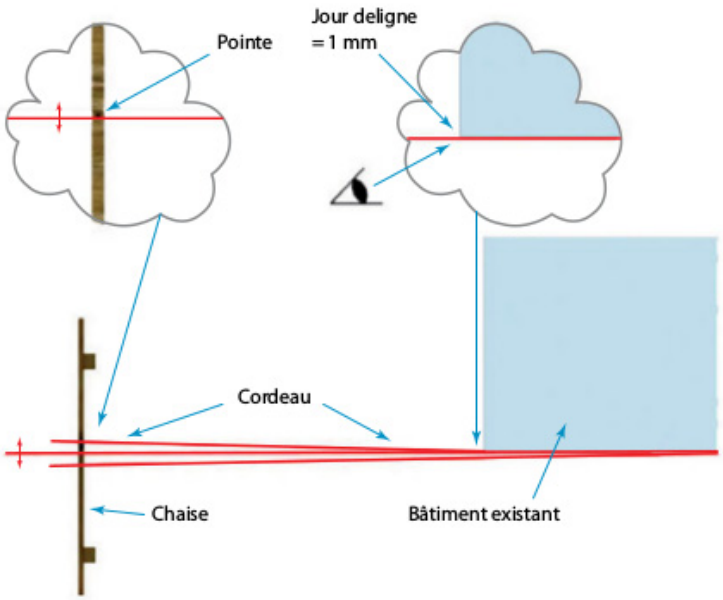
TRAÇAGE DE PARALLÈLES

Pour prendre un alignement par rapport à l'existant :

- Avec un cordeau, partir de l'angle de la façade opposé à la zone d'implantation [1].
- Tendre le cordeau le long de la façade [2] en prenant soin de laisser une ligne de jour de quelques millimètres entre ce cordeau et le mur afin d'obtenir un parfait alignement.

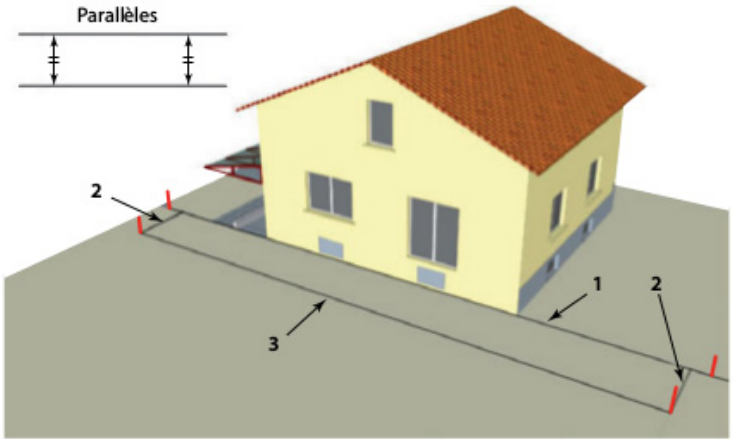
- Dérouler le cordeau à la distance désirée (selon le bâtiment à implanter) puis déplacer le cordeau de droite à gauche [3] jusqu'au moment où le jour de ligne est parfait. Fixer alors le cordeau à une chaise d'implantation.





Perpendiculairement à cet alignement [1], mesurer à l'aide d'un mètre ou d'un décamètre la distance *x* voulue, au début et à la fin de la ligne [2], pour obtenir les deux extrémités de la parallèle à créer ; planter des piquets pour marquer ces points.

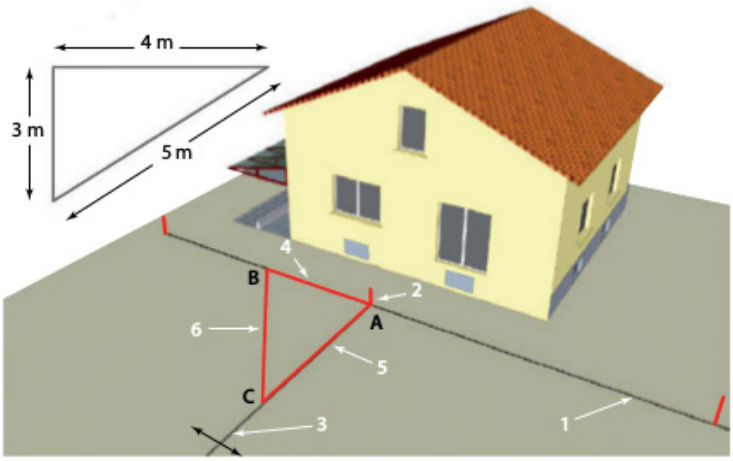
Tendre un cordeau entre les deux piquets [3] pour matérialiser la parallèle.



TRAÇAGE D'UN ÉQUERRAGE

Pour créer une perpendiculaire à partir d'une ligne [1] et d'un point de référence A [2] il suffit de procéder à une triangulation conformément au théorème de Pythagore :

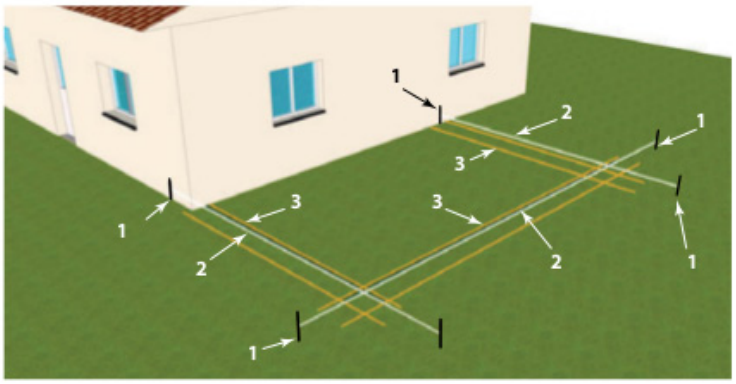
- tendre un cordeau [3] à peu près d'équerre par rapport à celui de référence ;
- tracer 3 m depuis le point A [2] sur la ligne de base [4] ;
- tracer 4 m sur la perpendiculaire approximative [5] ;
- en partant du point B, mesurer 5 m en direction du point C : faire passer le cordeau [3] parfaitement à l'intersection de la ligne des 5 m [6] et de celle des 4 m [5]. Le cordeau est ainsi d'équerre par rapport à la ligne de référence [1].



Implantation du projet pris en exemple

Dans le projet pris en exemple, l'implantation peut être faite très simplement en prolongeant l'alignement de la façade et puis en prenant sa parallèle et enfin en mesurant une parallèle au mur contre lequel l'extension vient s'appuyer. On peut effectuer une vérification de cette implantation par la méthode de l'équerrage, sur l'un des deux tracés perpendiculaires à la maison.

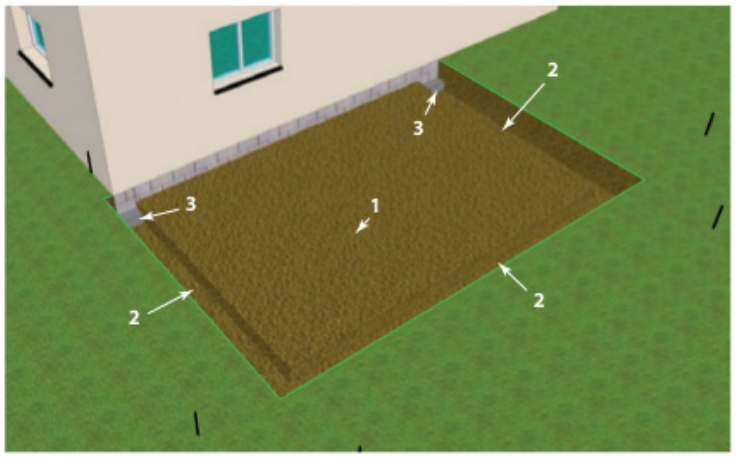
Sur des piquets de fer [1] sont tendus des cordeaux [2]. On peut alors tracer la position des semelles de fondation [3] (voir aussi chap. 7, § mur de clôture, implantation).



Terrassement et fondations

Les semelles sont prévues de largeur 50 cm (dimension standard pour une maison individuelle) et à une profondeur identique aux fondations de la maison qui sont supposées hors gel.

Après avoir décaissé la plateforme [1] de la terre végétale, on terrasse en rigoles de 50 cm [2] : lorsque sont mises au jour les fondations existantes [3], on les dégage sur toute la largeur de la fouille et on creuse les rigoles en profondeur, sans descendre plus bas que les fondations de l'existant.



Attention

Il ne faut surtout pas déchausser les fondations de la maison existante

Terrassement de la plateforme

Le décaissement doit être suffisant pour permettre la mise en œuvre de l'ensemble du complexe de la dalle : ici les épaisseurs prévues sont les suivantes :

1. Revêtement intérieur (parquet flottant sur chape) : 1 cm

2. Chape rapportée : 4 cm

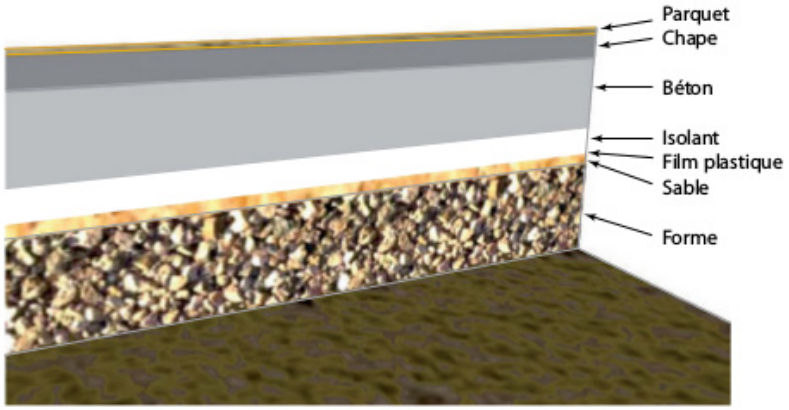
3. Dalle béton : 12 cm

4. Isolant : 4 cm

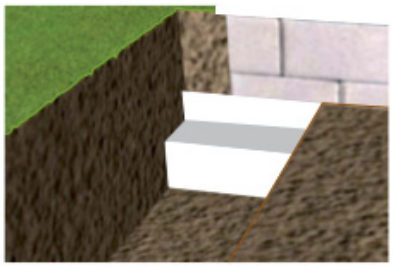
5. Film plastique : épaisseur négligeable

6. Lit de sable : 2 cm

7. Forme en concassé : 15 à 20 cm



Il est inutile de démolir le débord des fondations existantes, il suffit d'appliquer sur toutes les faces des semelles existantes un polystyrène d'une épaisseur de 2 cm afin de créer un joint de dilatation.

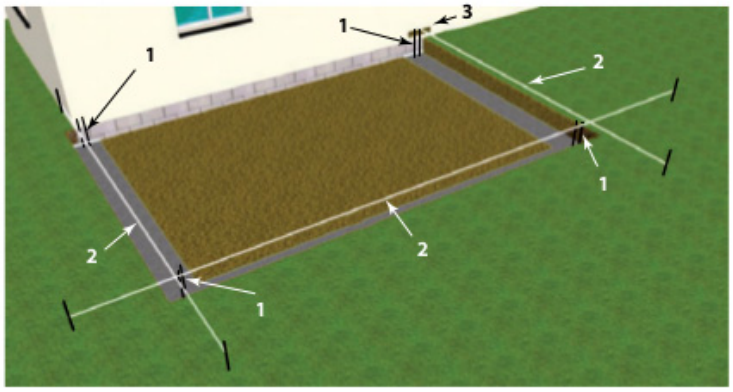


Planter des piquets donnant la hauteur du béton de la semelle à couler après avoir mis en place la semelle d'armature (ferraillage).

Dès le béton coulé, placer les attentes [1] pour la reprise des chaînages verticaux des murs à créer en tendant des cordeaux [2] délimitant les façades (voir aussi chap. 7).

Le savoir-faire du maçon

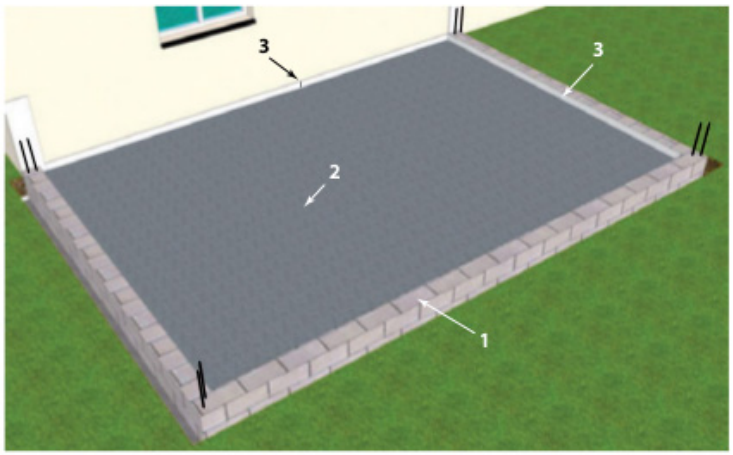
Le piquet contre la façade ne peut plus être placé, il est remplacé par une pointe clouée à l'emplacement voulu, sur une planchette [3] clouée à la façade à l'aide de pointes d'acier.



Dalle

Dès le lendemain, les murs peuvent être tracés sur les semelles pour commencer la maçonnerie jusqu'à élever les murs au-dessus du terrain fini [1] ce qui permet de préparer et couler le dallage [2].

Un joint de dilatation de 2 cm en polystyrène est installé non pas seulement contre la façade existante mais sur toute la périphérie de la dalle [3].



Le savoir-faire du maçon

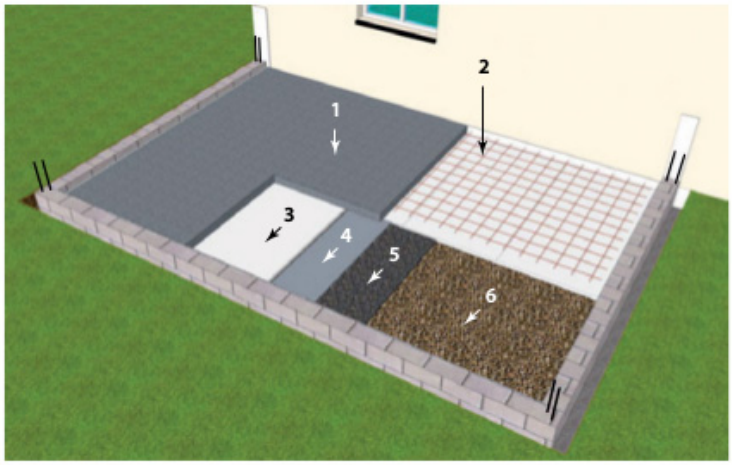
Interrompre l'élévation des murs pour se consacrer au dallage permet de conserver plus de liberté pour ce chantier de dalle : le passage est libre de tous côtés.

La hauteur de la dalle brute dépend de la finition choisie. Dans cet exemple, la hauteur du sol fini de l'extension est identique à celui de la maison soit le point ± 0,00. La finition est un parquet flottant [1] posé sur une chape de 4 cm [2]. Le dessus de la dalle est donc réglé à – 0,05 m.

Tracer sur la façade existante les niveaux des différentes couches du complexe :

- – 6 cm : niveau fini de la dalle brute d'épaisseur 12 cm [1] comprenant un treillis soudé antifissuration [2] ;
- – 17 cm : niveau fini de l'isolant polystyrène toute surface en épaisseur de 4 cm [3] ;
- – 21 cm : niveau fini du film plastique [4] posé sur un lit de sable de 2 cm [5] ;
- – 23 cm : niveau du haut de la forme en remblai concassé exemple 0/31,5 [6].

Entre ce dernier niveau et le terrassement on doit avoir 15 à 20 cm.



Pour la mise en œuvre de la forme et le bétonnage, voir les détails dans le chapitre 8.

Murs

Dès le lendemain du coulage il est possible de marcher sur la dalle, la maçonnerie des murs peut être réalisée.

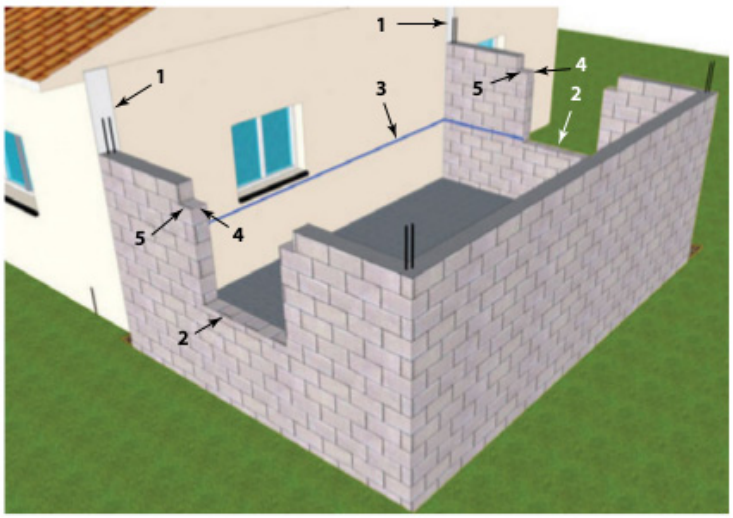
Contre la façade, à l'emplacement des murs de l'extension, placer un joint de dilatation de 2 cm en polystyrène [1].

Monter les blocs béton jusqu'à la hauteur de l'allège des fenêtres [2] moins l'épaisseur de l'appui prévu et une épaisseur d'arase (de 1 à 10 cm).

Tracer les ouvertures et continuer à maçonner jusqu'à six assises. Avant d'échafauder, tracer le trait de niveau de 1 m [3] (voir chap. 1, § outils de mesure et de traçage).

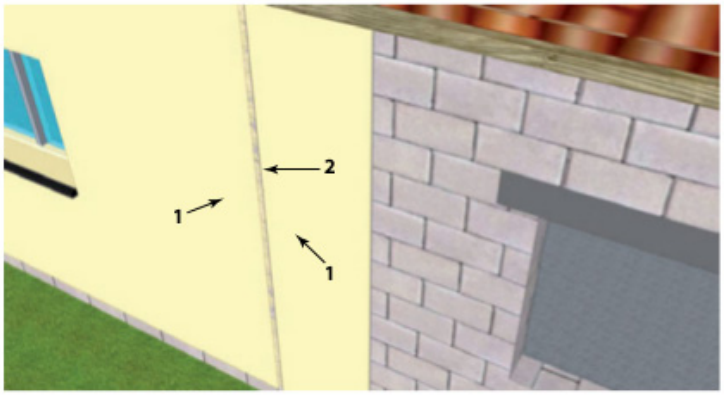
Monter la maçonnerie jusqu'à la hauteur des linteaux [4] en laissant un repos (appui sur jambage) de 20 cm [5] (voir chap. 4).

Nota : si les largeurs finies extérieures des ouvertures sont de 1,25 m, il faut laisser 1,5 cm de chaque côté pour l'enduit de tableau donc un vide de 1,28 m.



Raccord d'enduit

La finition entre les enduits de façade de l'existant et de l'extension est faite à l'aide d'un couvre-joint, après avoir coupé le polystyrène du joint de dilatation et en déposant du silicone. Le couvre-joint tient par fixation mécanique : il est généralement muni de deux lames formant ressort.



Linteaux

Les murs étant montés au niveau haut des ouvertures, il faut coffrer, ferrailler et couler les linteaux (voir chap. 4, en particulier § armature de la construction en blocs de béton ; et chap. 6).

Le coffrage du linteau est constitué d'un fond de moule [1] d'une longueur égale à la longueur de l'ouverture – 1 cm pour faciliter le décoffrage et d'une largeur égale à l'épaisseur de la maçonnerie du mur. Ce fond de coffrage est réglé en hauteur par des étais métalliques ou des chandelles [2] réglées à l'aide de petits coins en bois [3].

> ***Attention***
>
> *Régler le fond de moule à la hauteur sous linteau plus 1 cm de réserve pour l'enduit en sous-face.*

Les deux joues latérales [4] ont une longueur utile égale à la longueur de l'ouverture + la longueur de deux appuis + encore au moins 10 cm de part et d'autre.

Pour une ouverture de 1,28 m on a donc :

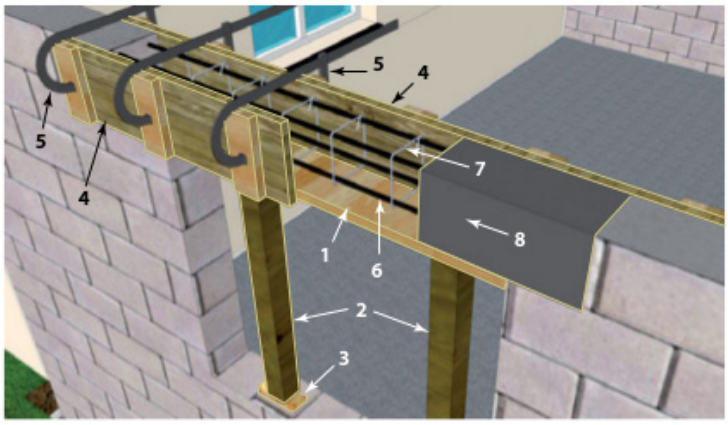
1,28 + (2 × 20 [appuis du linteau]) + (2 × 10 [appuis des joues en façades]) = 1,78 m

La hauteur des joues est celle du linteau + l'épaisseur du fond de moule (voir chap. 6 pour les précisions relatives au coffrage).

Ces joues sont serrées contre les blocs béton d'extrémité et contre le fond de moule à l'aide de serre-joints [5].

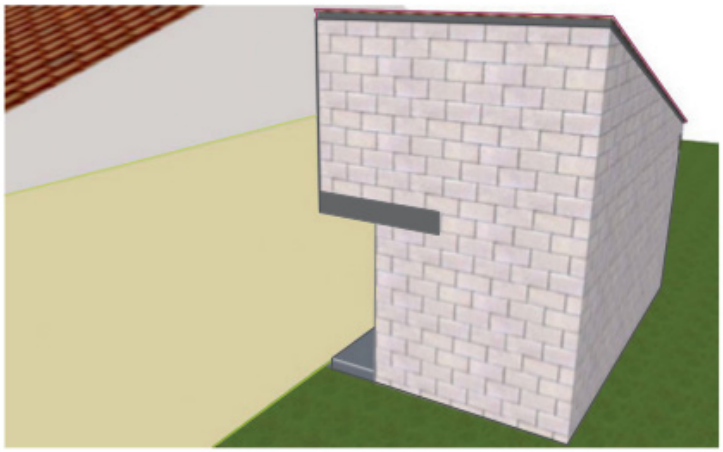
Le ferraillage est composé de 2 barres HA 10 [6] en partie basse et 2 barres HA 8 en partie supérieure. Toutes ces barres sont assemblées par des cadres [7] espacés tous les 20 cm environ.

Le béton [8] est dosé à 350 kg/m³.



Linteau en porte-à-faux

Dans l'exemple ci-dessous, un garage est accolé à la maison existante, avec une porte donnant dans le jardin.



Le linteau en porte-à-faux est, comme son nom l'indique, réalisé sans soutien à l'une de ses extrémités (ici côté existant).

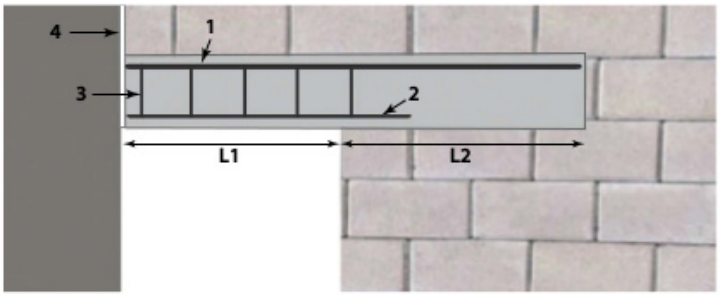
Le ferraillage avec des barres porteuses [1] doit, comme pour toute pièce en porte-à-faux, se trouver en partie supérieure du linteau et être de fort diamètre (HA 16 par exemple). En effet, la partie haute d'un élément en porte-à-faux est sollicitée à la flexion il faut donc des aciers capables de résister à cet étirement.

La longueur totale du linteau est égale ou supérieure à 2 fois la portée (largeur de l'ouverture), soit L1 = L2. C'est ce long encastrement du linteau dans le mur qui lui permet de reprendre les forces qui s'exercent sur la partie en porte-à-faux.

Les barres de montage en partie basse (HA 8 par exemple) reposent sur le mur sur une distance d'environ 20 cm.

Tous les aciers sont reliés par des cadres [3], comme pour tout ferraillage de linteau.

Un joint en polystyrène de 2 cm contre la façade [4] est indispensable.



Haut de murs et pignon

Reste à maçonner la partie supérieure au-dessus des linteaux jusqu'au niveau permettant de raccorder les toitures dans le même plan.

Il faut pour cela bien calculer la hauteur du complexe de toiture de l'extension à sa rive basse. En effet, dans l'exemple de construction suivi ici, la pente de l'un des versants correspond à celle de la toiture existante, avec un débord identique.

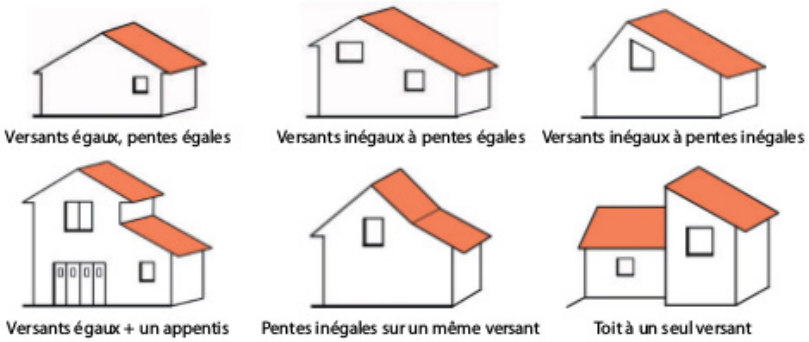
Le dessus du mur nécessite un chaînage horizontal : il peut être coffré et coulé en béton mais le plus simple est de le réaliser grâce au dernier rang monté en blocs de chaînage en U puis coulé (voir chap. 4, encadré linteau).

Pignon

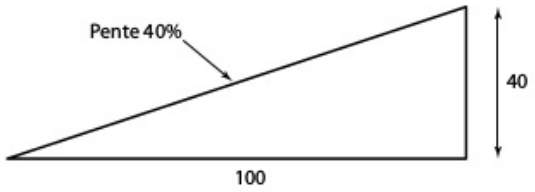
Un pignon est la partie triangulaire d'un mur perpendiculaire au faîtage. On appelle mur pignon l'ensemble de ce mur.

Le pignon soutient les pannes et le faîtage d'une charpente et ferme le bâtiment.

- *La forme du pignon dépend :*
- *de la situation géographique (style régional souvent influencé par le climat) ;*
- *de la conception ;*
- *des matériaux utilisés.*



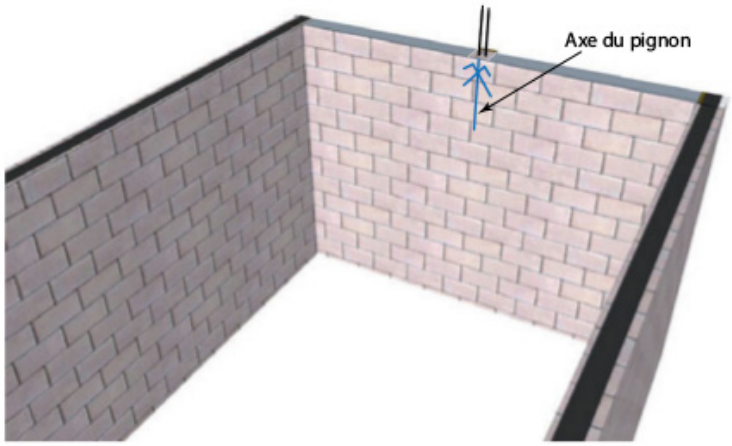
C'est le pignon qui donne sa forme à la toiture, donc sa pente.
Attention de ne pas confondre, lors de la lecture des plans ou de la réalisation, les indications en pourcentage de pente et en degrés.
Par exemple, une pente à 40 % (40 cm de hauteur pour 100 cm de longueur) correspond à un angle de 22°.



En maçonnerie, les ouvrages en béton armé associés au pignon sont :
- *les rampants : parties inclinées qui vont de l'égout au faîtage qui doivent être munis d'un chaînage armé comme un chaînage horizontal (épaisseur : 7 cm minimum) ;*
- *les chaînages horizontal (en haut de mur, sous le pignon) et verticaux (dans l'angle des murs, aux extrémités du pignon) ;*
- *les raidisseurs : disposés tous les 3 à 4 m et reliés au chaînage horizontal.*

Les cheminées (voir plus bas) sont des ouvrages souvent associés au pignon.

Pour monter le pignon, tracer l'axe du mur pignon dans le cas d'un pignon axé (c'est-à-dire de deux versants de toit symétriques) ou bien l'axe du faîtage si celui-ci est désaxé.

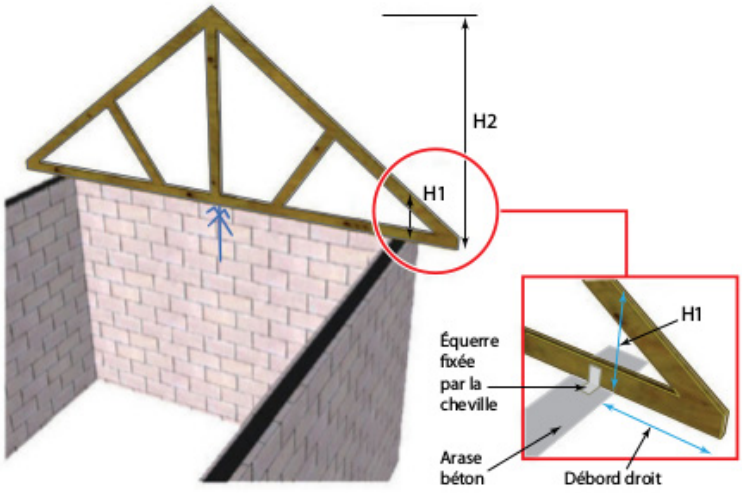


On construira la toiture soit à l'aide de fermettes soit avec une charpente traditionnelle.

Si les fermettes sont sur le chantier, prendre les cotes directement sur celles-ci en veillant à prendre au bon endroit la hauteur H1 (voir schéma) :

Débord de la fermette par rapport au mur =
(longueur de la fermette – longueur du mur)/2

On prend la mesure H1 en remontant à la verticale là où débute le débord du toit.



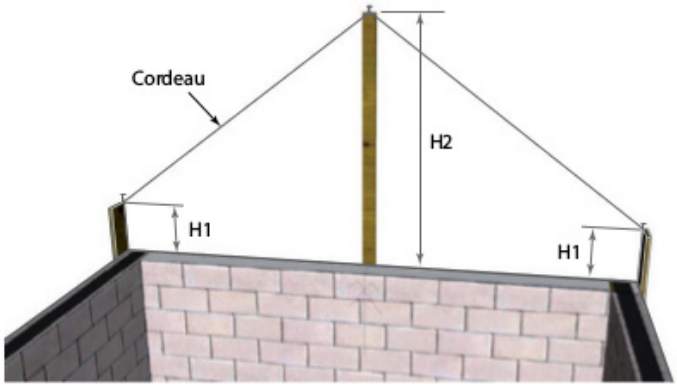
Dans le cas d'une charpente traditionnelle, prendre la hauteur brute, c'est-à-dire au-dessus du chevron (sans compter la latte, la contre-latte et les tuiles). Cette hauteur H1 est prise au même endroit que pour une fermette : à l'aplomb du mur de façade.

La hauteur H2 est, sur la fermette, sa hauteur totale, et sur la charpente la hauteur depuis le haut du mur jusqu'au sommet des chevrons sur la panne faîtière.

Placer deux planches à droite et à gauche des murs extérieurs en dépassant du mur de la cote H1. Fixer une pointe en haut vers l'extérieur du pignon pour pouvoir ensuite placer un cordeau.

Pour la planche du milieu (garant de hauteur), positionner la planche à la bonne hauteur (H2) et fixer cette pige parfaitement d'aplomb.

Tendre un cordeau de la pointe H1 de gauche à la pointe H1 de droite en passant par H2 en haut du pignon.



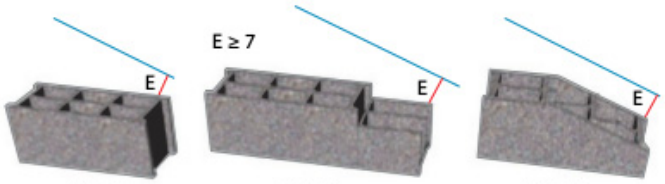
Le montage des blocs béton doit être croisé, comme pour un mur. On procède aux découpes en optimisant l'utilisation des chutes : une chute peut trouver sa place à une autre extrémité. Combler les plus gros vides, tout en laissant au minimum 7 cm de béton pour le chaînage en rampant (voir détails 1 à 3).

Pour une charpente traditionnelle, ne pas oublier les réservations des pannes. Celles-ci peuvent être verticales ou d'équerre par rapport au rampant, suivant la préconisation du charpentier.

L'armature du chaînage en rampant doit être reliée aux chaînages verticaux (voir détail 4). Son épaisseur est de 7 cm minimum avec deux barres HA 10 et un recouvrement des barres de 50 cm.

Principe de taille des blocs en rampant

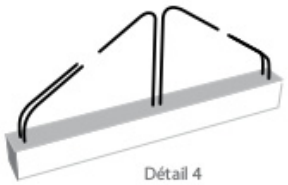
Les blocs béton sont taillés ou non en fonction de la cote minimale de 7 cm pour le chaînage en rampant.



Détail 1 Détail 2 Détail 3

Schéma de chaînage des rampants

Les aciers des chaînages verticaux sont repliés dans le chaînage en rampant.

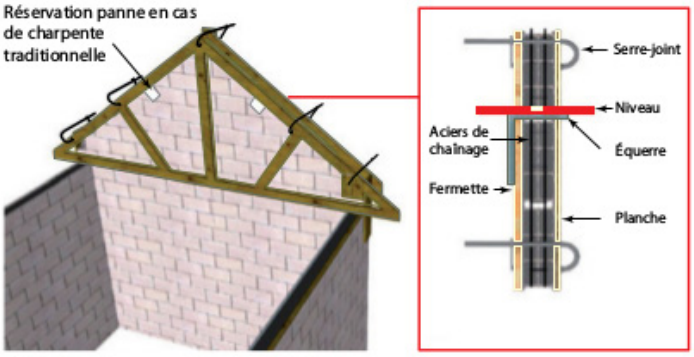


Détail 4

Dans le cas d'une arase de rampant pour des fermettes, il suffit de régler la fermette à l'intérieur et de coffrer seulement l'extérieur à l'aide de planches, en serrant le tout

par des serre-joints après un réglage à l'aide d'une équerre et d'un niveau. Puis on coule du béton assez ferme et on le vibre.

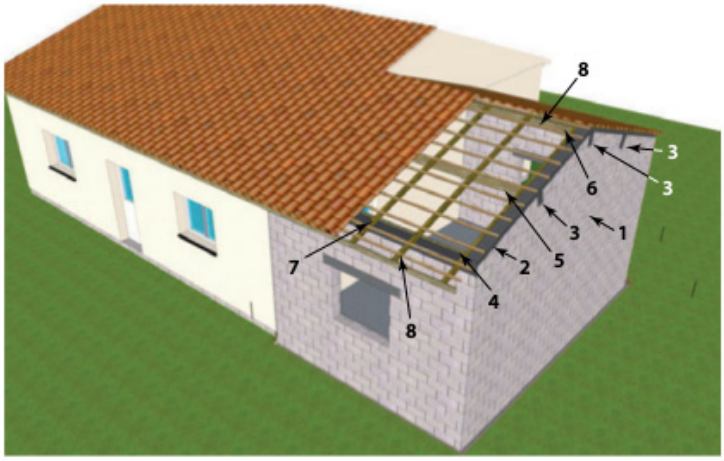
Dans le cas d'une charpente traditionnelle, placer deux planches face à face, en veillant à ce qu'elles soient bien alignées entre elles et à la hauteur du cordeau moins 5 mm (jour de ligne).



Charpente et toit-terrasse

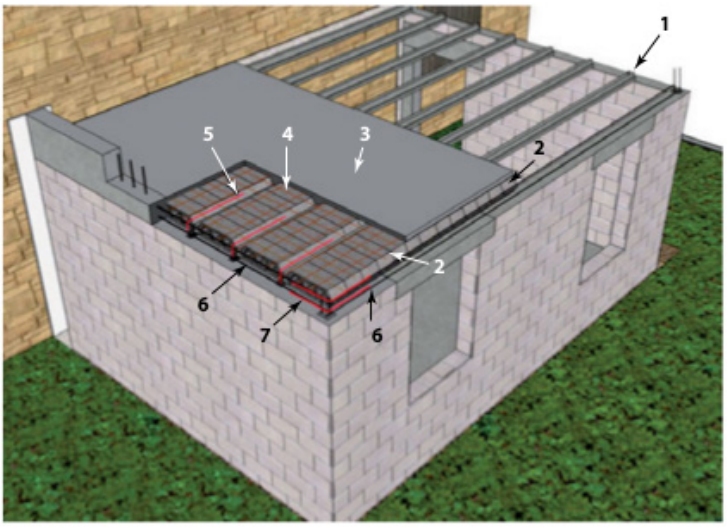
Pour une charpente, le pignon [1] comporte un chaînage rampant [2] au-dessus des réservations pour les pannes [3]. Ces réservations seront prévues suffisamment grandes pour placer sans difficultés les pièces de bois.

La charpente est composée d'une panne faîtière [6], de pannes intermédiaires [5] et pannes sablières [4], ces dernières fixées sur l'arase des murs. Les pannes sont surmontées de chevrons [7] sur lesquels sont fixées des lattes [8] servant de support aux tuiles.



Dans la toiture à un seul pan le principe constructif est le même, à la différence qu'il n'y a pas de panne faîtière mais une panne de rive haute. Dans ce cas de figure précis, le raccordement des toits se fait soit dans le même plan soit avec le versant de l'existant au-dessus du bâtiment en appentis.

Pour un toit-terrasse avec acrotère, la dalle est généralement composée de poutrelles [1], de hourdis [2] et d'une dalle de compression [3].
Les éléments de ferraillage sont : le treillis soudé antifissuration [4] sur toute la surface, des chapeaux [5] positionnés aux extrémités de chaque poutrelle, un chaînage horizontal de rive [6] en périphérie de la dalle et des équerres de liaison de chaînage [7].

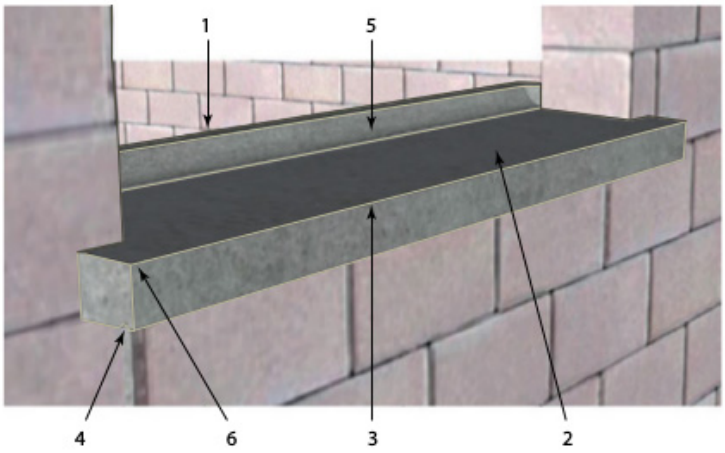


Appui de fenêtre, seuil et porte

APPUI DE FENÊTRE

L'appui de fenêtre est situé en couronnement de l'allège (partie du mur sous l'ouverture). C'est une pièce qui, dans la maçonnerie classique, est coulée en place ou préfabriquée (en pierre, en brique ou en béton).

Il supporte la traverse basse du dormant de la fenêtre grâce au rejingot [1] et évacue l'eau de pluie vers l'extérieur sur sa pente (glacis) [2] tout en protégeant l'enduit du mur d'allège grâce au nez [3] et à la goutte d'eau [4] (voir schéma de principe de la goutte d'eau au chap. 7, § couronnement). La gorge [5] évite la remontée d'eau sous la fenêtre par l'effet du vent. Les oreilles [6] empêchent l'eau de couler sur les côtés de la façade en la renvoyant vers l'axe de la fenêtre grâce à une pente.



Appui coulé en place

Le coffrage de l'appui s'effectue après celui de l'arase s'il y a lieu (ce dernier est nécessaire s'il y a plus de 3 cm à rattraper).

On prépare un moule selon les principes suivants (voir aussi schéma) :

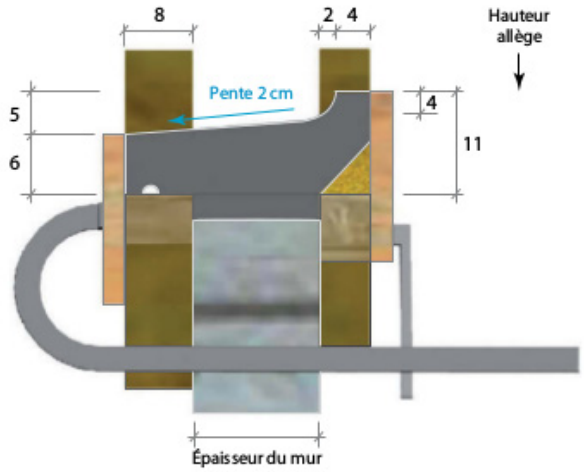
- le débord de l'appui côté extérieur est d'une épaisseur 7 cm. On place sur le chevron une baguette afin de créer la goutte d'eau (un chanfrein en plastique ou bien un demi-rond ou quart-de-rond en bois) ;
- à l'intérieur, l'appui déborde de l'épaisseur de l'isolant moins 3 à 4 cm (cette épaisseur d'isolant devant l'appui en intérieur limite le pont thermique c'est-à-dire la déperdition de chaleur) ;
- l'appui dépasse des tableaux de 5 cm environ de chaque côté (oreilles).

Attention

Le rejingot doit obligatoirement être coulé en même temps que l'appui afin d'assurer la continuité de la matière et ainsi d'éviter une fissuration.

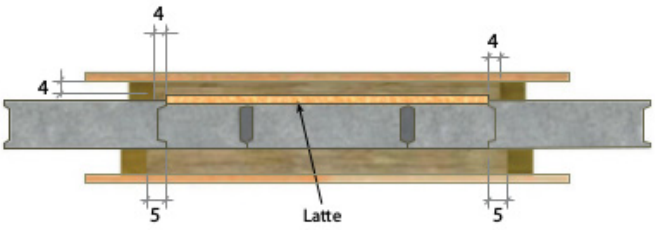
Coffrage d'un appui

Vue en coupe



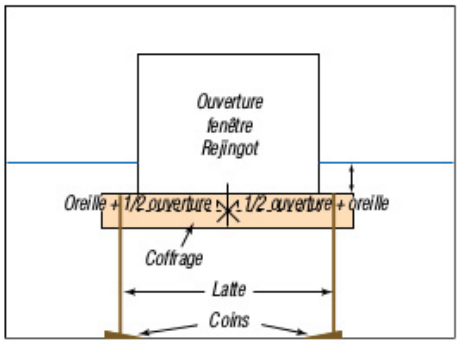
Vue de dessus

La latte est ajoutée au cours du façonnage de l'appui pour créer le rejingot.



Pour la mise en place du coffrage et le coulage de l'appui :

- Tracer la hauteur intérieure demandée puis régler de niveau le coffrage intérieur (à l'aide de lattes et coins). Régler ensuite le coffrage extérieur 5 à 6 cm plus bas que l'intérieur.



- Assembler les coffrages avec des serre-joints et vérifier que le réglage soit parfait avec le niveau et à l'aide du traçage intérieur du rejingot.

- Mettre en place les aciers soit au minimum 3 barres HA sur la longueur et un treillis soudé qui couvre la surface.
- Remplir l'appui de béton en gardant 2 à 3 cm pour la finition. Ce béton doit être vibré.

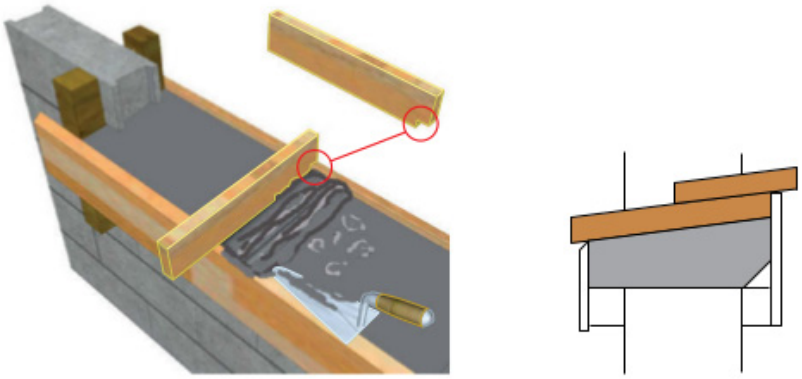
Important

Veiller à l'état du béton : le béton coulé doit être plastique pour remplir le coffrage mais surtout pas trop mou (afin de ne pas mouiller le mortier de finition ; n'accomplissez pas cette étape sous la pluie).

- Compléter avec un mortier très peu mouillé mais bien gras (fortement dosé en ciment) : à 500 kg/m³.
- Tirer le mortier à l'aide d'une planche munie d'une encoche de 4 cm ou de deux lattes superposées pour façonner la pente.

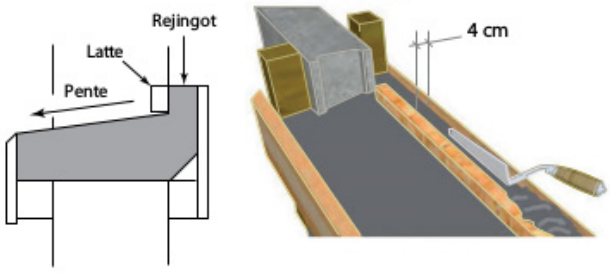
Tirage du béton en pente

Une planchette munie d'une encoche ou deux lattes superposées permettent de tirer un appui.



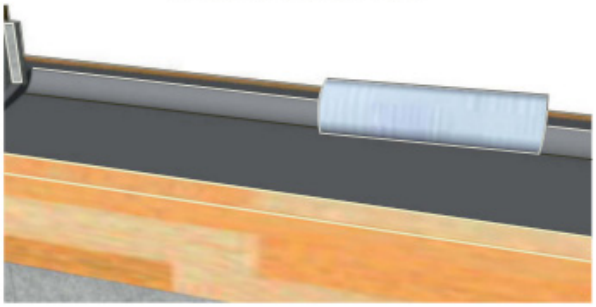
- Talocher pour aplanir parfaitement la surface et pour boucher tous les trous.
- Poser une latte entre les deux tableaux à 4 à 5 cm du coffrage intérieur et remplir de mortier pour former le rejingot. Celui-ci se réalise obligatoirement sur béton frais.

Coulage du rejingot

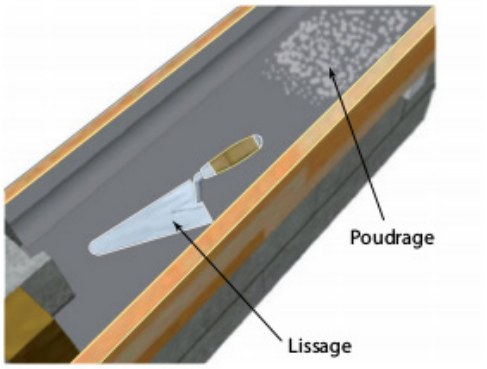


- Après une dizaine de minutes, enlevez la latte.
- Façonner la gorge en remplissant de mortier l'angle entre le rejingot et l'appui et en lissant avec un morceau de tube PVC ou métallique ou encore une cuillère à soupe.

Façonnage de la gorge



- Écraser le grain sur toute la surface pour bien enfoncer tous les cailloux qui pourraient empêcher le lissage et nettoyer l'environnement : les planches, les serre-joints, etc., afin qu'il n'y ait pas de saletés qui tombent sur le lissage.
- Saupoudrer de ciment pur, sans excès (moins de 1 mm d'épaisseur) et laisser reposer quelques minutes, le temps que l'humidité du mortier soit absorbée par la poudre. Lisser avec une truelle très propre et sans bavure métallique. On obtient déjà un résultat convenable.



À savoir

Le saupoudrage de ciment pur en excès accentue le risque de faïençage.

- Renouveler l'opération de lissage après 1/2 heure à 1 heure environ pour améliorer le fini. Si des bulles d'air apparaissent c'est que la barbotine accroche mal au mortier. Dans ce cas, percer ces bulles avant de lisser fortement. Renouveler l'opération autant de fois que nécessaire.

Le temps de séchage varie de 1 à 3 heures suivant les conditions climatiques.

Le savoir-faire du maçon

Pour parfaire le travail et éviter le faïençage il faut, lorsque le ciment commence à durcir, l'asperger légèrement d'eau et lisser de nouveau. Il est conseillé également d'arroser lorsqu'il fait chaud quand le glacis a fait sa prise.

Pose d'un appui préfabriqué

La pose d'un appui de fenêtre préfabriqué facilite vraiment le travail par rapport à un appui coulé en place.

La mise en œuvre d'un appui en béton moulé ou extrudé est effectuée sur un lit de mortier d'environ 1 à 2 cm d'épaisseur après avoir réalisé l'arase du mur d'allège avec du béton.

Pour un appui en pierre de taille, la sous-face étant souvent irrégulière, il est nécessaire de caler l'ensemble avec du mortier relativement sec. Puis on effectue le bourrage avec un mortier pâteux.

La commande de l'appui préfabriqué dépend de :

- la largeur des murs bruts : on y ajoute 8 cm pour le débord extérieur et l'épaisseur de l'enduit (pour un mur en blocs béton de 20 cm, la largeur d'appui est de 28 cm) ;
- la longueur de l'ouverture : on y ajoute 2 × 5 cm pour les oreilles.

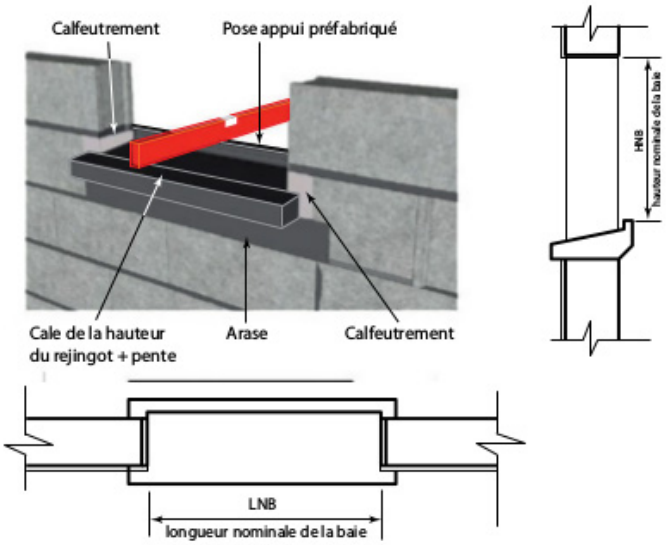
On réalise l'arase de l'allège en fonction de l'appui acheté :

- après avoir mesuré l'épaisseur avec rejingot de l'appui de fenêtre, tracer sur le mur intérieur la hauteur d'allège, puis déduire l'épaisseur trouvée + 1,5 cm pour le mortier de pose : cela donne la hauteur d'arase sous l'appui ;
- casser les jambages de chaque côté de l'ouverture (pour pouvoir ensuite passer les oreilles de l'appui) ;
- coffrer l'arase à l'aide de planches et de serre-joints ;
- couler le béton.

Pour la pose de l'appui :

- étaler 2 cm de mortier gras sur l'arase sèche, après avoir dépoussiéré ;
- mesurer la différence de hauteur entre les côtés intérieur et extérieur de l'appui pour préparer une cale de réglage à placer sous le niveau ;
- tracer l'axe de l'ouverture sur le mur intérieur et l'axe sur l'appui, toujours côté intérieur ;

- poser l'appui, effectuer le réglage à l'axe et en hauteur côté intérieur ;
- à l'aide de la cale placée sous le niveau, régler le côté extérieur de l'appui.
- contrôler le réglage et réaliser le calfeutrement latéral.

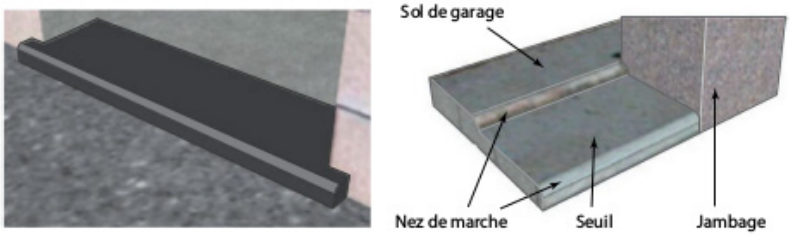


SEUIL DE BAIE

Un seuil marque la partie inférieure d'une porte ou porte-fenêtre et sert à :

- protéger des intempéries ;
- résister aux frottements dus aux passages répétés ;
- faciliter l'accès des personnes ou des véhicules.

Seuil de garage



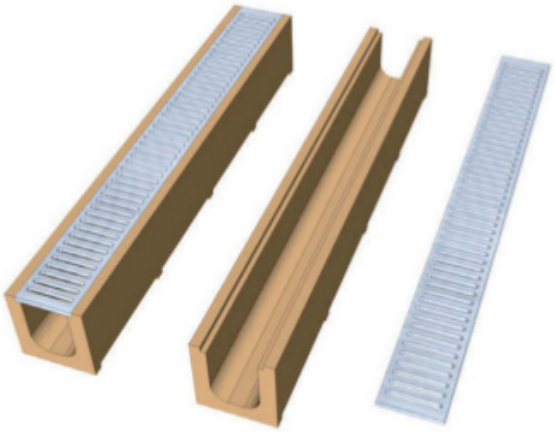
Leur fabrication et mise en œuvre sont similaires à celles des appuis de fenêtre (traditionnel, en pierre, préfabriqué…).

Il existe deux sortes de seuils : avec nez sans débord ou avec nez en saillie.

En règle générale, le nez de ces seuils est passé au fer à boudin afin d'éviter une arête vive et d'obtenir un nez arrondi. Il est réalisé soit avec rejingot soit sans, suivant les instructions du menuisier.

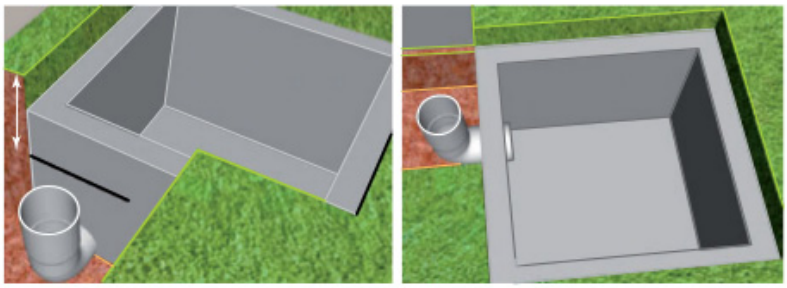
CANIVEAU À GRILLE

Dans l'exemple d'un garage, il pourra être judicieux d'installer à l'aplomb du toit un caniveau à grille afin d'éviter aux eaux de ruissellement de pénétrer dans le garage.



Un caniveau doit se jeter dans un regard de collecte des eaux de pluie. Une fois repéré le regard sur lequel on peut se raccorder, terrasser une fouille de 25 cm de profondeur et 50 cm de large.

Tracer le niveau bas du caniveau sur la paroi du regard, prévoir le branchement avec un coude à 87° (la sortie du caniveau se fait par-dessous) et percer la paroi du regard pour l'installation du coude.



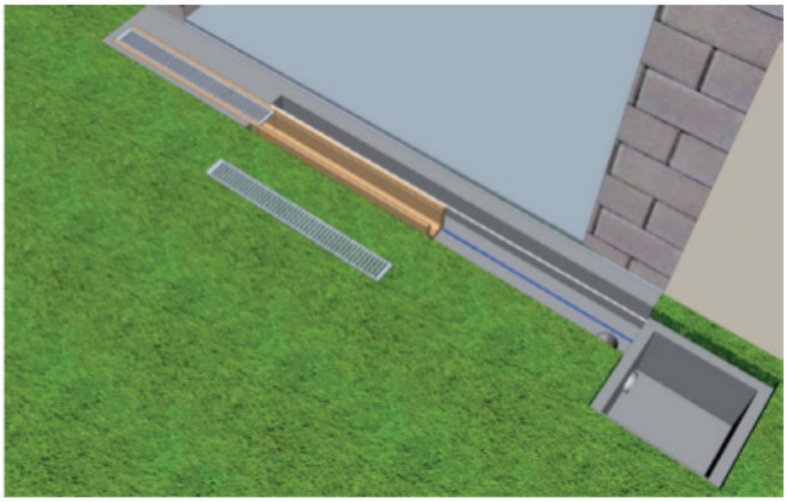
Couler un béton ferme dosé à 200 kg/m³ pour la pose des sections de caniveau.

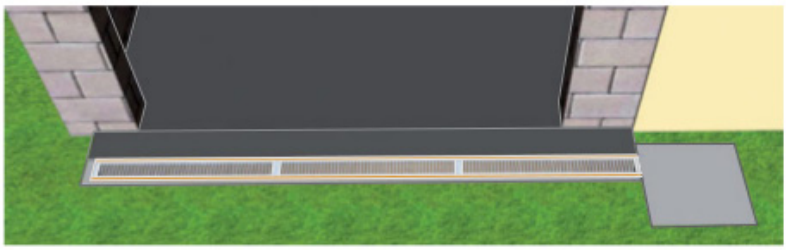
Tracer sur le béton frais un repère d'alignement sur la semelle de béton.

Placer les sections de caniveau dans le sens de pose indiqué (voir la flèche intérieure), pour avoir de la pente, et aligner l'ensemble sur le repère.

Le réglage en hauteur se fait au maillet en caoutchouc.

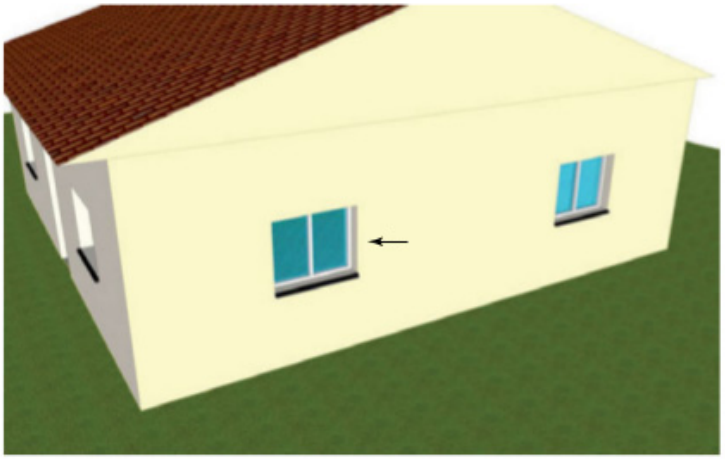
Une fois l'ensemble posé, combler en béton de part et d'autre des sections de caniveau en gardant une réserve pour la chape de finition du seuil.





PORTE DE COMMUNICATION

La construction d'une extension nécessitera sans doute la création d'une porte afin de communiquer directement d'un bâtiment à l'autre.
Dans l'exemple proposé, une fenêtre existante est transformée en porte.

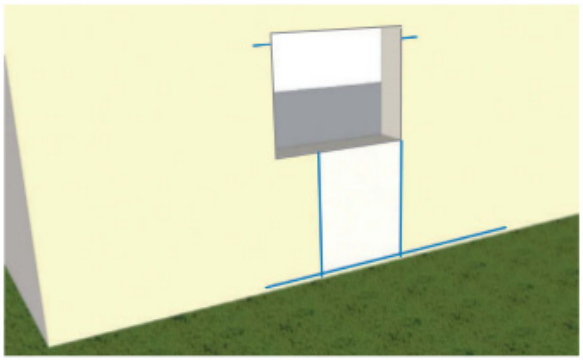


Ce cas de figure est bien moins problématique que celui d'une ouverture de porte ou fenêtre dans un mur plein. En effet, tant que la largeur de la porte à créer est inférieure ou égale à celle de la fenêtre existante, le linteau de celle-ci fait son office de soutien pour la porte.

Il suffit ici de démolir l'allège puis de rebâtir autour du cadre de porte.

Les étapes du travail sont les suivantes :

- déposer l'huisserie existante ;
- tracer le sol fini et les limites de la nouvelle ouverture ;

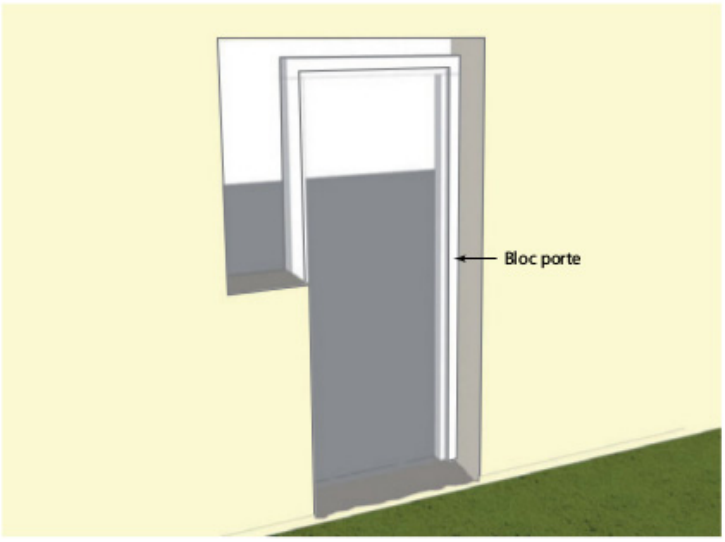


- découper l'allège à l'aide d'une grosse disqueuse, démolir et évacuer les gravats ;

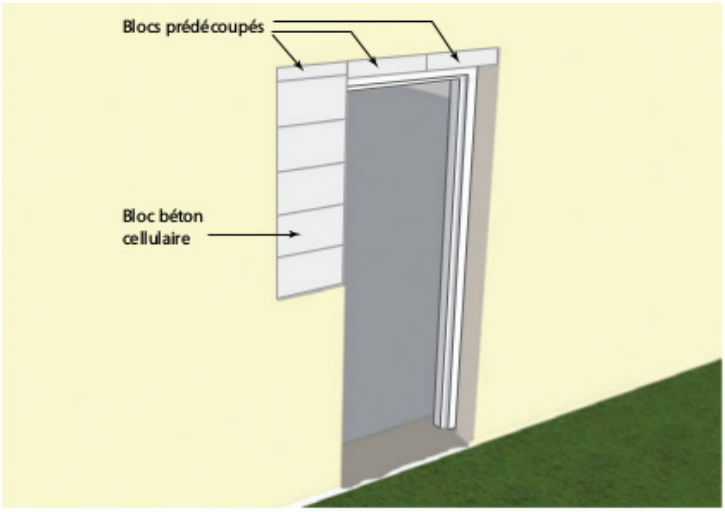
Attention

Bien protéger de la poussière l'intérieur de la pièce, à l'aide d'une bâche, et étancher correctement sous les portes.

- poser le bloc porte en vérifiant bien son réglage et son calage ;



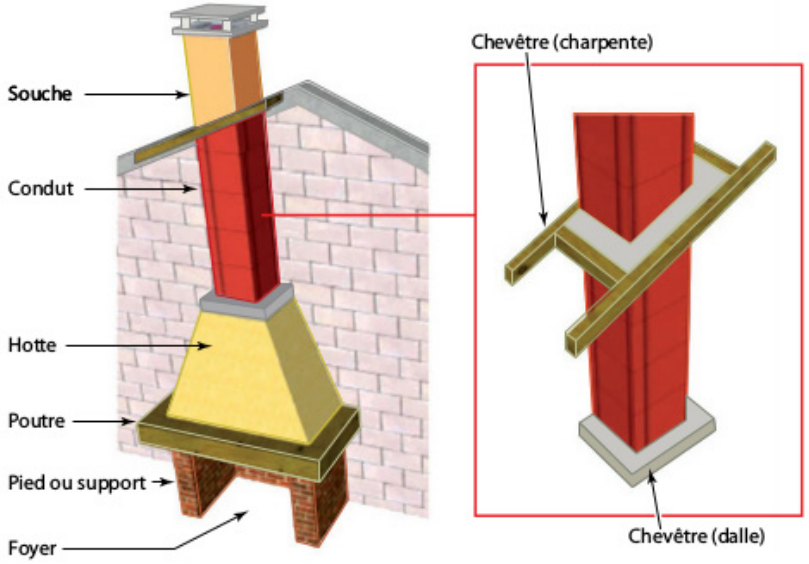
- combler les manques avec un béton cellulaire car il est facile à découper et léger ;
- exécuter les finitions.



Conduit et souche de cheminée

Le principe général d'une évacuation de fumée maçonnée pour une cheminée (pour un poêle, on installera généralement un conduit métallique) est, après la hotte de cheminée, un conduit traversant le ou les planchers et la toiture grâce à des chevêtres. En extérieur, le conduit se nomme souche, celle-ci doit impérativement être isolée.

Cheminée et détail des chevêtres



CONDUIT EN BOISSEAUX

Les boisseaux de terre cuite ou de béton sont à parois pleines ou alvéolées. Ils sont régis par les normes NF et CE. Pour le raccordement à des chaudières basse température (à haut rendement ou à condensation) dont la température des produits de combustion est inférieure à 250 °C, il existe également des boisseaux répondant à des exigences particulières et faisant l'objet d'un avis technique.

Les conduits sont carrés ou rectangulaires, d'une hauteur de 33 ou 50 cm (avec une paroi de 3 cm) ou bien de 25 ou 33 cm (avec une paroi de 5 cm).

Exemples de boisseaux alvéolés en brique

À paroi simple — Avec isolant

Les fumées se refroidissent au fur et à mesure de leur montée dans le conduit, donc le flux d'air ralenti ce qui induit un mauvais tirage. Une isolation thermique, notamment dans la traversée des combles et en souche, améliore les conditions de tirage et réduit la condensation à l'intérieur du conduit voire les risques de bistrage (fort refroidissement des fumées entraînant un dépôt important sur les parois internes du conduit, pouvant à terme obstruer le conduit ou produire un feu de cheminée).

Si le conduit est de grande longueur il est fortement recommandé de l'isoler sur une distance suffisante (par exemple à partir du plancher de l'étage) voire sur toute sa hauteur.

Important

La section intérieure du conduit et de la souche doit être constante sur toute la hauteur et les parois doivent être les plus lisses possible.

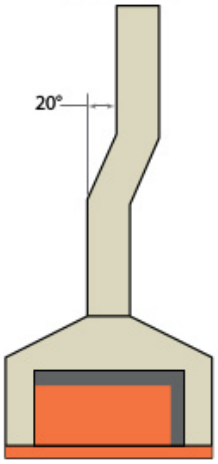
Tracé

Les conduits de fumée doivent autant que possible être verticaux. Des dévoiements peuvent être admis dans les constructions anciennes, à condition de procéder à une réfection complète des conduits, et dans les maisons individuelles ayant moins de deux étages (de plain-pied ou en R + 1).

Dans ces deux cas :

- un conduit ne doit pas comporter plus de deux dévoiements, c'est-à-dire plus d'une partie non verticale ;
- l'angle de ces dévoiements par rapport à la verticale ne doit pas excéder 20°. Toutefois, pour des conduits de moins de 5 m de haut, cet angle peut être supérieur à 20°, mais sans excéder 45°.

Dévoiement



Conduit adossé ou accolé

Un conduit adossé est autoporteur et il n'est pas lié sur toute sa hauteur à l'ouvrage adjacent. À l'inverse, un conduit est dit accolé lorsqu'il est solidaire de son support sur toute sa hauteur.

Un conduit adossé ne peut l'être que contre des éléments construits en matériaux incombustibles, d'une stabilité et d'une tenue au feu suffisantes.

Le conduit accolé ne peut être monté que pour évacuer les fumées des chaudières ou générateurs de petite puissance (puissance calorifique nominale < 35 kW) et doit avoir une hauteur inférieure ou égale à 15 m.

Un mur d'adossement est nécessaire si l'on se trouve en présence d'une cloison de type Placoplatre. Ce mur d'adossement peut être exécuté en béton cellulaire, ce qui représente 15 cm de doublage. On peut également opter pour un matériau apportant une qualité de stockage des calories dégagées par le foyer (par exemple de la brique pleine).

Traversée des planchers

Un espace libre, calfeutré par un matériau inerte et incombustible, doit être réservé entre le conduit et le plancher.

L'écart au feu ou garde au feu est impérativement de 16 cm, pris de l'intérieur du boisseau jusqu'aux pièces combustibles (bois de charpente, solives…). Dans ce cas, il convient de ne pas interposer un matériau, même isolant et incombustible, entre le conduit et le matériau combustible.

À savoir

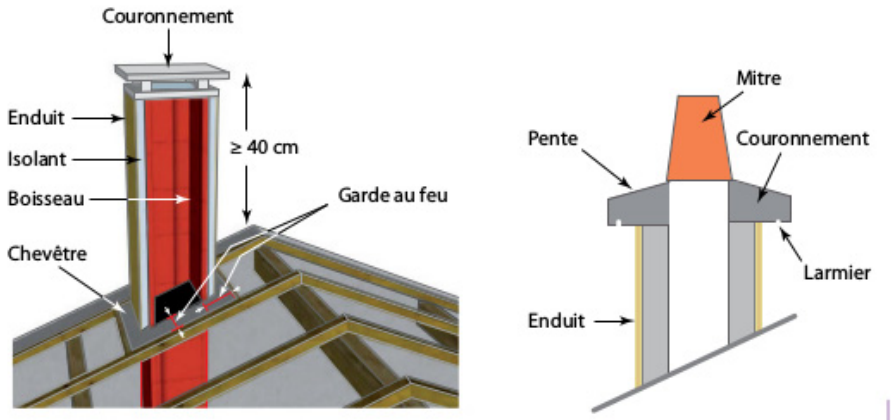
Lors de la construction du plancher, il est important de connaître l'emplacement éventuel d'une cheminée afin de pouvoir renforcer en aciers la dalle qui va la porter.

SOUCHE

Les fonctions de la souche, partie extérieure du conduit de fumée, sont de :

- protéger le conduit des entrées d'eau de pluie et de l'action du vent : elle sera surmontée d'un couronnement ou d'une mitre ;
- améliorer le tirage : elle doit être isolée pour éviter le refroidissement trop rapide des fumées : la résistance thermique des parois doit être au moins égale à 0,43 W/m².K., la souche ne doit pas comporter de rétrécissement du conduit et doit être suffisamment haute pour éviter les refoulements dus au vent ;
- protéger contre les infiltrations d'eau surtout au niveau de la traversée du toit : une étanchéité (solin) doit être soigneusement réalisée par le couvreur à la sortie de toit.

Souche de cheminée



La souche est généralement réalisée en maçonnerie, en boisseaux de terre cuite ou de pouzzolane, avec une protection thermique par doublage en blocs minces (briques ou blocs béton fins), ou sans si ces boisseaux présentent une double rangée d'alvéoles.

Un chevêtre en béton armé s'effectue en suivant la pente, dans l'épaisseur du toit.

L'enduit se réalise au mortier bâtard. Le couronnement en béton (ou aspirateur statique) est muni d'une goutte d'eau.

Dépassement du faîtage

Le débouché de la souche doit être à au moins :

- *40 cm du faîtage de toute construction distante de moins de 8 m ;*
- *1 m au-dessus d'un acrotère pour un toit-terrasse ;*
- *1,20 m au-dessus d'une toiture d'une pente inférieure à 15°.*

Fissures de l'enduit

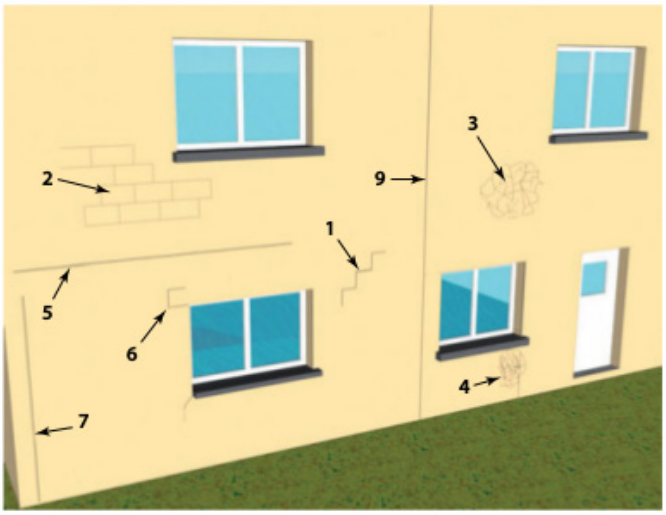
IDENTIFICATION DES FISSURES

Identifier les diverses fissures sur les murs porteurs est une tâche complexe. Elles peuvent être dues à un choc accidentel, à un mouvement naturel de la maçonnerie et de la structure, à un mauvais vieillissement de l'enduit, etc.

Les deux questions les plus importantes auxquelles répondre sont :

- la fissure traverse-t-elle la maçonnerie ?
- l'ouvrage est-il instable ?

Pour aider à ce diagnostic, voici quelques exemples de fissures couramment rencontrées.



N° 1 – Fissures ou lézardes souvent en escalier. Fissures concernant toute l'épaisseur du mur et dont l'ouverture est importante : supérieure à 2 mm. On constate aussi la fissure côté intérieur si le mur n'est pas doublé d'un revêtement ou si on peut effectuer un sondage. Elles sont dues à l'instabilité du terrain et de l'assise du bâtiment, ce qui entraîne des mouvements dans les murs.

N° 2 et N° 3 – Microfissures linéaires ou en mailles, d'ouverture inférieure à 0,2 mm. Elles sont dues généralement à un délai trop court entre le montage du mur et la réalisation de l'enduit, mais aussi à des joints trop importants ou un mauvais dosage dans le mortier de maçonnerie.

N° 4 – Microfissures en faïence: maillage de très petites ouvertures superficielles, inférieures à 0,2 mm, dans l'épaisseur de la couche de finition de l'enduit. Elles sont dues à un séchage trop rapide de l'enduit.

N° 5 – Fissures localisées avec une ouverture au tracé plus ou moins rectiligne. L'ouverture est comprise entre 0,2 et 2 mm, dans l'épaisseur de l'enduit mais parfois aussi dans l'épaisseur du mur. Se situant au droit des planchers ou acrotères ou sous les rangs inférieurs, elles sont dues à la rotation des planchers sur le chaînage.

N° 6 – Fissures localisées avec ouverture au tracé plus ou moins rectiligne. L'ouverture est comprise entre 0,2 et 2 mm, dans l'épaisseur de l'enduit mais parfois aussi dans l'épaisseur du mur. Situées entre des matériaux différents, elles sont dues à une différence dans leur comportement hygrothermique (variations d'humidité et de température).

N° 7 – Fissures verticales localisées, avec ouverture parfois importante comprise entre 0,2 et 2 mm dans l'épaisseur de l'enduit mais aussi dans l'épaisseur du mur. Situées aux angles de la construction, elles sont dues à l'absence de chaînage vertical.

N° 8 – Fissures obliques ou verticales localisées, l'ouverture est comprise entre 0,2 et 2 mm dans l'épaisseur de l'enduit mais parfois aussi dans l'épaisseur du mur. Situées aux angles inférieurs des fenêtres, elles sont dues à la dilatation des appuis.

N° 9 – Fissures verticales localisées, avec ouverture parfois importante comprise entre 0,2 et 2 mm dans l'épaisseur de l'enduit. Elles sont situées à la jonction de deux bâtiments et dues à l'absence de joint de dilatation.

REMÈDES

Fissures dues à l'instabilité du bâtiment

Il est important de savoir si ces fissures sont ou non stabilisées. Pour cela, la pose de témoins est précieuse afin de constater l'évolution éventuelle de ces fissures.

Il peut être nécessaire de reprendre le bâtiment en sous-œuvre, pour cela les conseils d'un spécialiste seront indispensables avant d'entreprendre des travaux.

Fissures infiltrantes

Si les fissures sont suffisamment importantes pour occasionner l'infiltration d'eau dans le bâtiment, l'obligation de les traiter est évidente. Le choix du traitement dépend de l'ouverture de la fissure et de sa situation sur la façade.

Les fissures localisées sont traitées avec une bande de pontage et un enduit de rebouchage spécial.

Les fissures réparties sur la façade sont traitées suivant l'ouverture de la fissure avec un enduit de rebouchage :

- 1 couche pour les fissures < 0,2 mm ;
- 2 couches pour les fissures de 0,2 à 1 mm ;
- 3 couches pour les fissures de 2 mm qui ne sont alors pas traitées localement mais avec une armature généralisée.

Fissures non infiltrantes

Le désagrément de ces fissures n'est que d'ordre esthétique, il ne remet pas en cause la stabilité ni l'étanchéité de l'ouvrage, il n'y a donc pas urgence à les réparer.

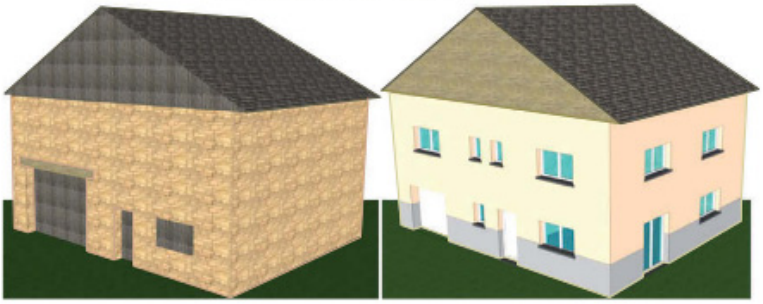
Si l'enduit est bon à refaire, le traitement des fissures se fait avec le nouvel enduit hydraulique (par exemple un monocouche projeté) ou en repassant un enduit de parement organique sur la façade après avoir passé un enduit de rebouchage sur les fissures et une bande de pontage si nécessaire.

RÉHABILITATION D'UNE GRANGE

10

Ce chapitre a pour objet de passer en revue les principaux travaux de gros œuvre qui peuvent se présenter lors de la rénovation d'un bâtiment, particulièrement lorsque ce dernier n'avait pas initialement pour destination l'habitation.

État avant rénovation et projet



Conseils pratiques

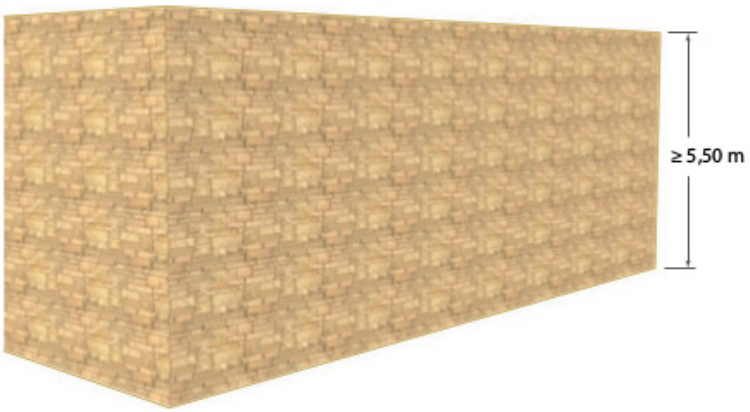
Afin de faciliter l'accès pour les travaux et de ne pas abîmer le dallage, il est préférable de commencer par la création des ouvertures du rez-de-chaussée.
Pour l'étage, lors de la démolition des ouvertures il faut protéger le sol avec de vieilles planches.

Ouvertures

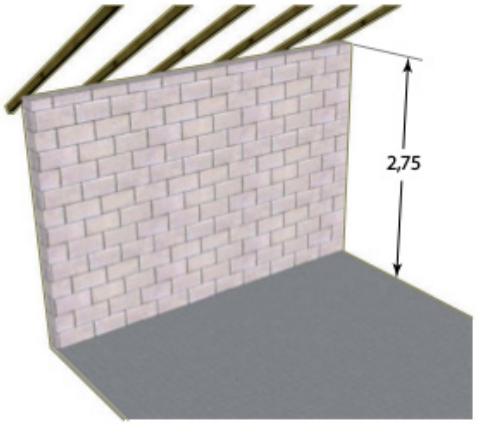
CRÉATION D'UNE OUVERTURE

Deux cas d'ouverture sont présentés ici :

1. une fenêtre dans un mur en pierre d'épaisseur 40 cm et d'une hauteur supérieure à 5 m sans plancher supérieur ;



2. une porte dans un mur en blocs de béton d'épaisseur 20 cm et de 2,75 m de haut, avec une toiture à maintenir.



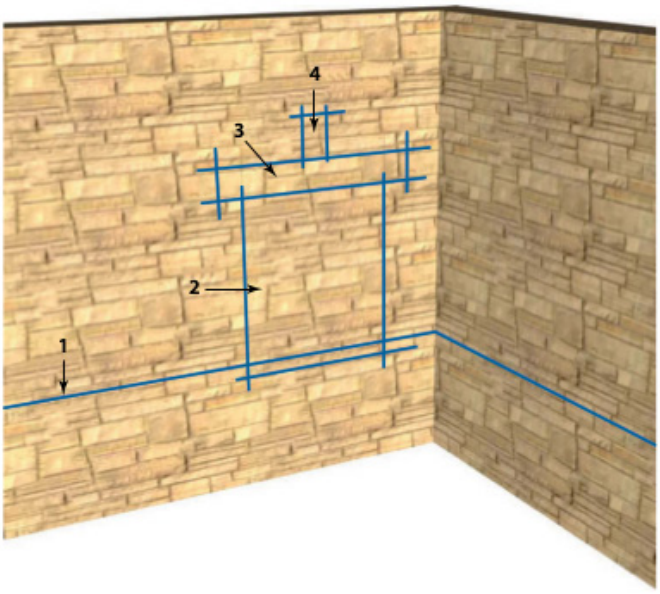
Attention

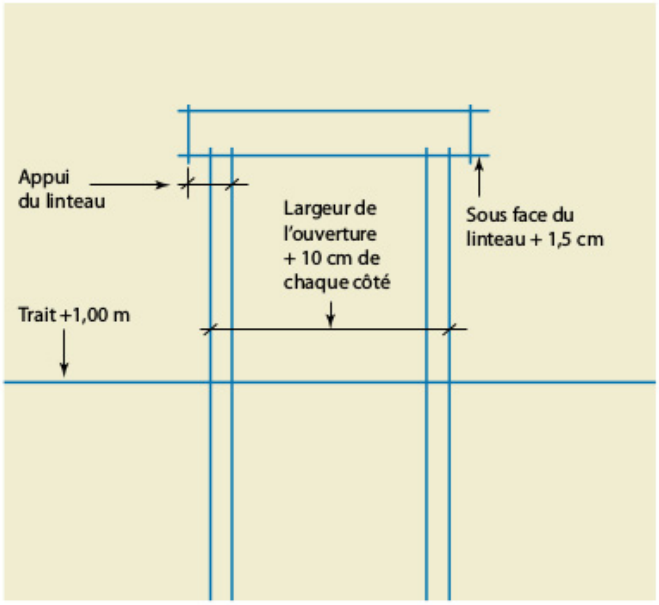
Chaque ouverture doit être étudiée sérieusement car l'étaiement et la section du linteau seront différents pour chaque cas (mur de pierre ou blocs béton, dimensions de l'ouverture, surface de mur et de toit au-dessus de l'ouverture à créer…).

Traçage de l'ouverture

On réalise le traçage de l'ouverture afin de bien identifier la partie à démolir. Après avoir tracé le trait de 1 m [1] (voir chap. 1, § outils de mesure et de traçage), tracer l'ouverture en cotes finies [2] puis ajouter 10 cm de chaque côté de l'ouverture et 25 à 30 cm pour le linteau [3].

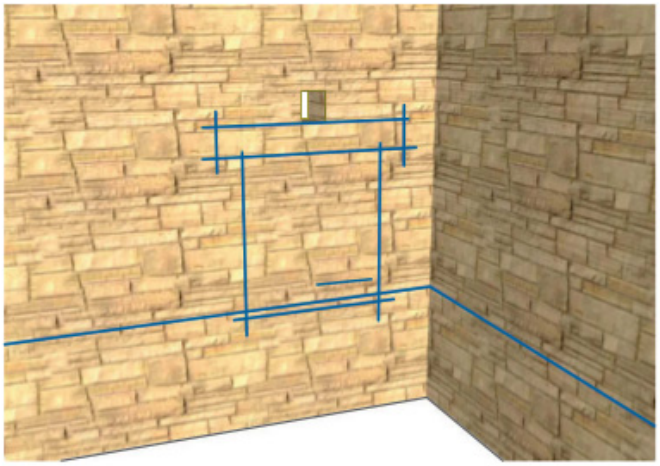
Suivant la largeur de l'ouverture, prévoir un ou plusieurs percements pour l'étaiement du mur [4].


4
3
2
1


Appui
du linteau
Largeur de
l'ouverture
+ 10 cm de
chaque côté
Sous face du
linteau + 1,5 cm
Trait +1,00 m

Percement de repérage et de calage

Faire un trou dans le mur sur le dessus du linteau, il servira pour le calage et comme repère afin d'exécuter le tracé à l'extérieur à l'aide d'un niveau et d'une équerre.

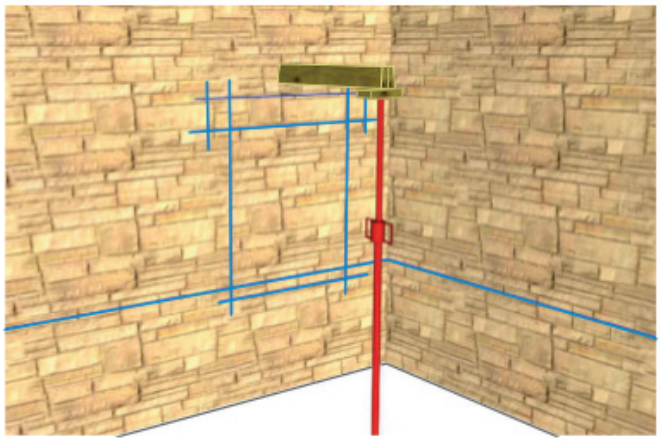


Dans le second cas présenté (porte dans le mur en blocs de béton) il n'y a pas de percement car c'est la toiture qui est maintenue.

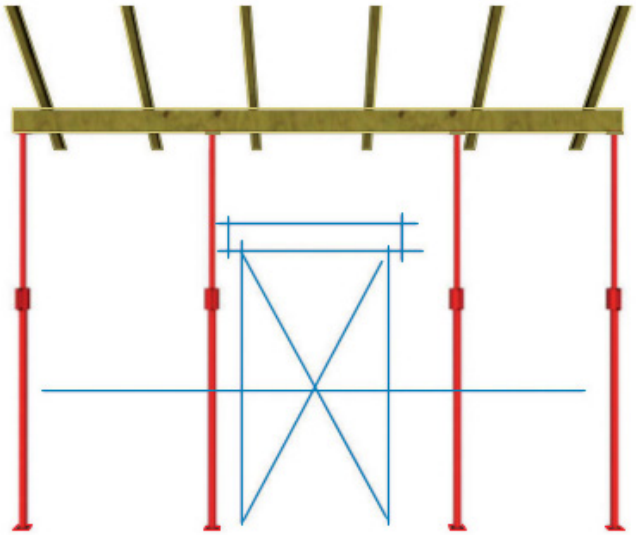
Étaiement

L'étaiement s'effectue diversement suivant les travaux.

Dans le premier cas, le mur est maintenu grâce à deux étais, intérieur et extérieur, qui soutiennent deux bastings placés de chant. Cette poutre provisoire doit prendre autant que possible appui sur une belle pierre afin de reprendre au mieux les charges supérieures.



Dans le second cas, l'étaiement supporte la toiture.

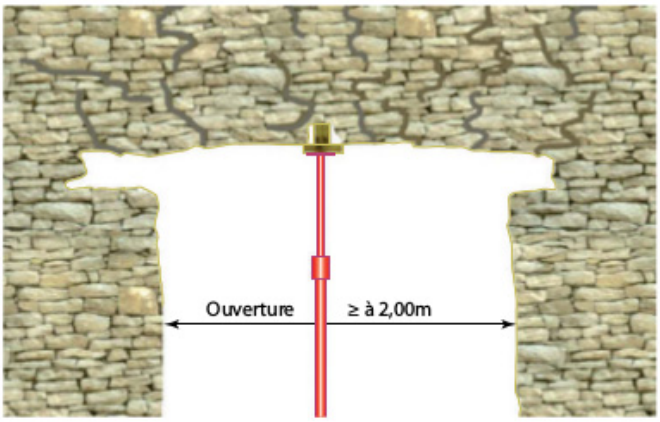


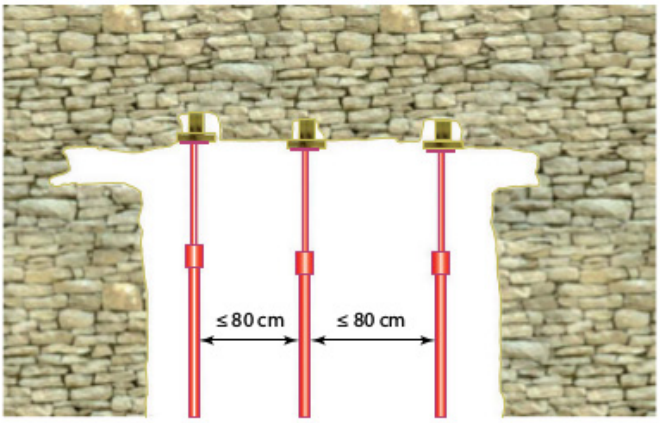
Étaiement d'un mur existant

Afin de ne pas désolidariser l'ensemble de la maçonnerie lorsqu'est démolie une partie de mur, il faut impérativement maintenir provisoirement les charges supportées par le mur au niveau de l'ouverture à créer (mur, éventuel plancher intermédiaire et toiture).

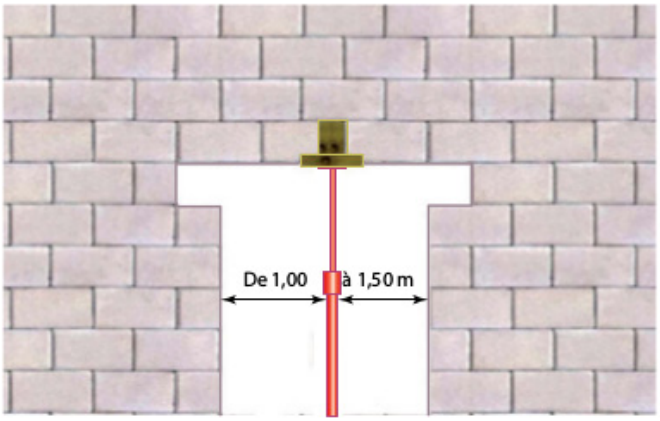
Plus les charges sur le mur sont importantes, plus il faut l'étayer, au risque sinon d'engendrer des déformations et une fissuration voire un éboulement du pan de mur. Il faut donc se montrer extrêmement prudent quant à l'étaiement et ne pas hésiter à demander conseil à des personnes bien expérimentées.

À titre indicatif, dans un mur de pierre, sur une ouverture supérieure à 2 m avec un seul étai des fissures apparaissent. Pour être en sécurité, il faut placer un étai tous les 80 cm.



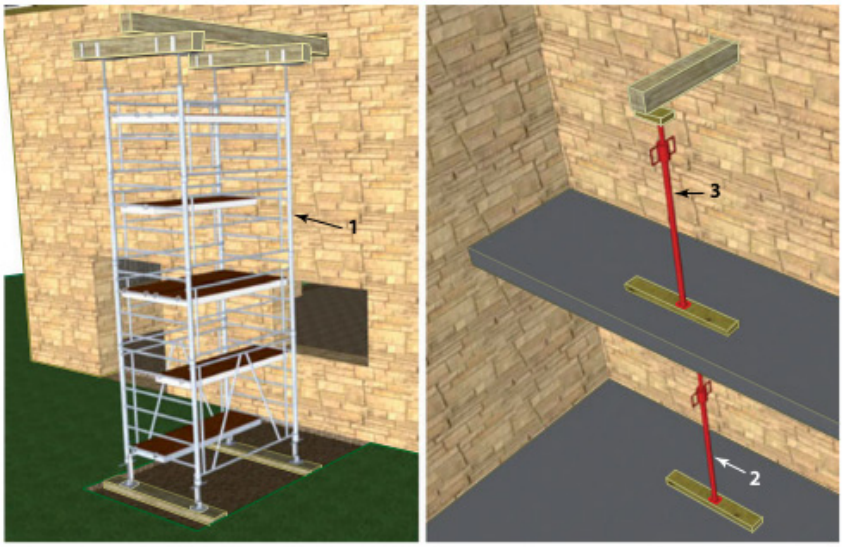


Pour un mur en blocs de béton, moins lourd que la pierre, un seul étai peut maintenir la partie supérieure du mur sur une ouverture jusqu'à 1,50 m.



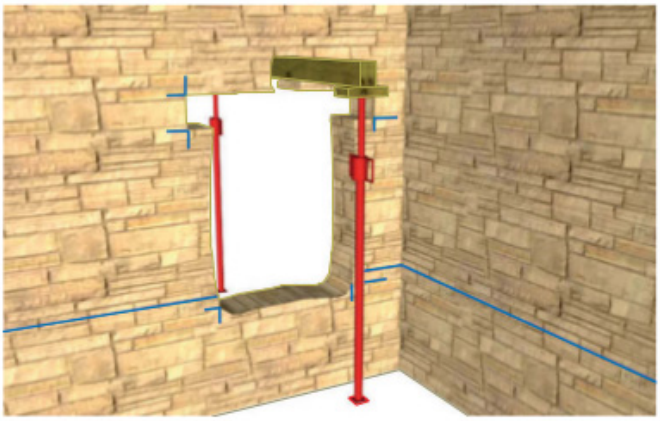
Il n'y a pas lieu de placer des étais dans le cas où un chaînage horizontal est présent à moins de 40 cm au-dessus de l'ouverture si celle-ci ne dépasse pas 1,20 m. Pour une plus large ouverture, il faut caler le plancher ou la toiture et démolir le chaînage pour refaire un linteau à sa place.

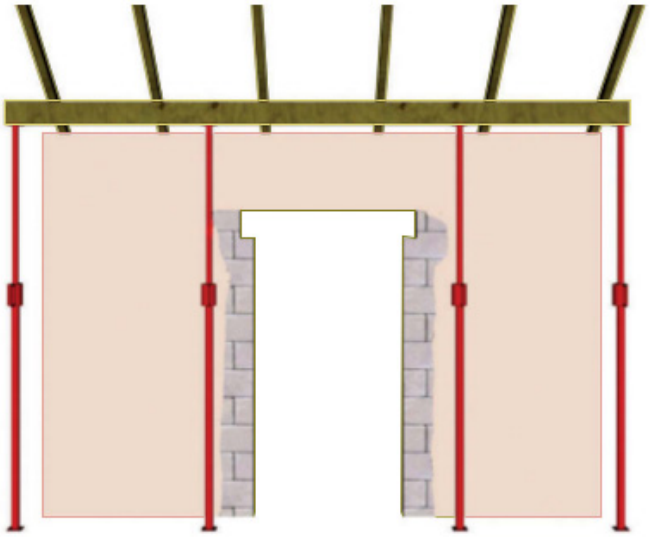
Pour un étaiement à l'étage, une fois le plancher haut réalisé, l'étaiement est installé entre une tour d'étaiement (disponible en location) installée en extérieur [1] et des étais posés sur le dallage du rez-de-chaussée [2] pour renforcer la dalle d'étage [3] qui reprend l'étaiement de l'ouverture. Dans ce cas de figure, les étais doivent se superposer au mieux afin que les charges descendent le plus directement possible au sol, sans risquer d'induire des déformations dans la dalle d'étage.



Démolition

Une fois le calage réalisé on découpe le pourtour de l'ouverture et du linteau le plus proprement possible, des deux côtés du mur, puis on décrépit sur 15 cm au-delà du pourtour et enfin on peut démolir l'ouverture.

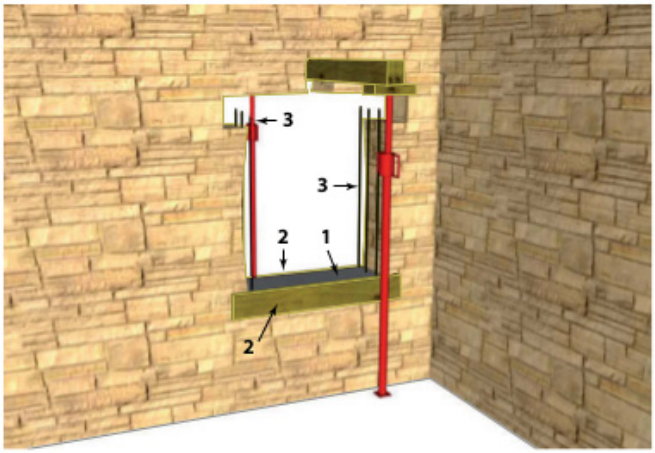




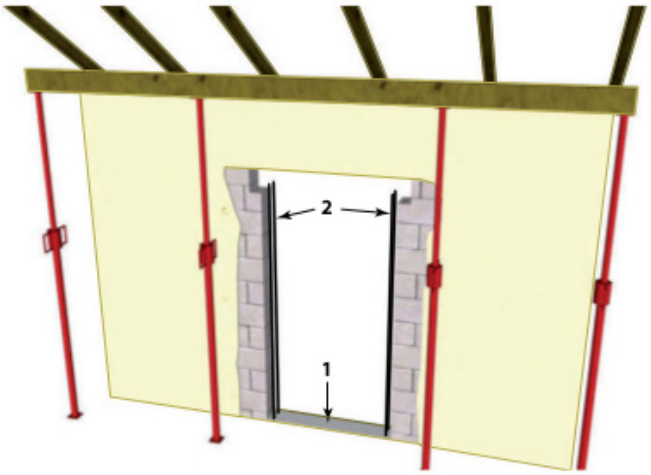
Reprise de l'allège ou du seuil

Pour une fenêtre, on reprend l'allège en coulant une arase [1] qui recevra l'appui de fenêtre, coffrée à l'aide de deux planches maintenues de niveau par des serre-joints [2] (voir aussi chap. 9, § appui de fenêtre, seuil et porte).

Sceller dans le béton frais, verticalement, des barres HA 10 [3] (2 × 2 ou 2 × 3 selon l'épaisseur du mur), ce ferraillage renforce le jambage.



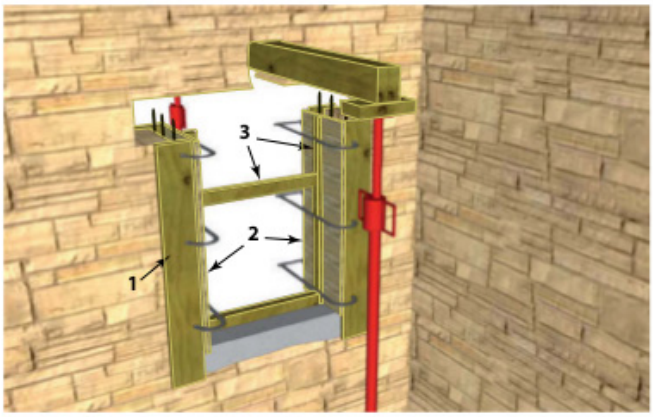
Pour une porte, le passage est réalisé en démolissant jusqu'à la base du mur, puis en coulant sur 8 cm d'épaisseur minimum un seuil [1] qui reçoit le ferraillage des jambages [2].



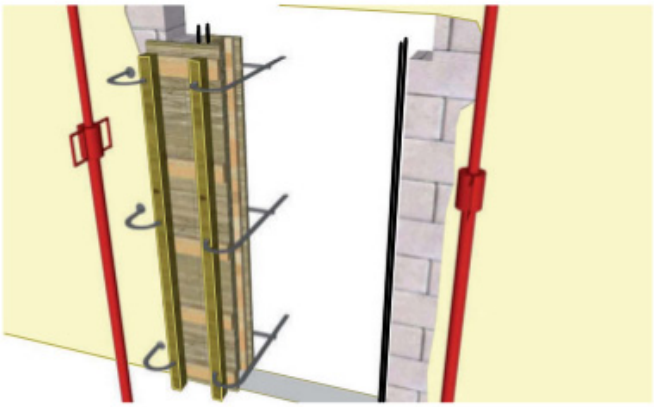
Réfection des jambages

Installer les joues extérieures [1] réglées d'aplomb et bien plaquées contre le mur à l'aide de serre-joints. Avant de positionner tous les serre-joints, clouer sur les joues des planches fermant le coffrage [2]. Ces tableaux ainsi coffrés doivent être maintenus par des butons [3].

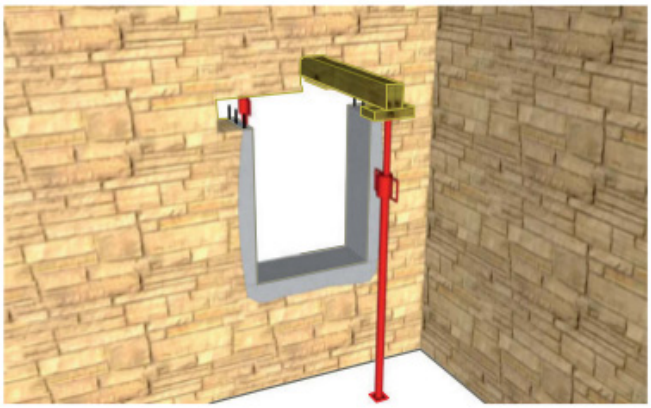
Couler en prenant soin d'ajuster l'arase du jambage à la bonne hauteur. Pour faciliter le coulage, les planches de tableau peuvent ne pas atteindre le niveau de l'arase du jambage, une dernière planche étant alors placée après la première phase du bétonnage.



Dans un mur en blocs de béton, les joues latérales sont maintenues par deux jeux de serre-joints, il faut donc percer les blocs pour passer les serre-joints à l'intérieur.



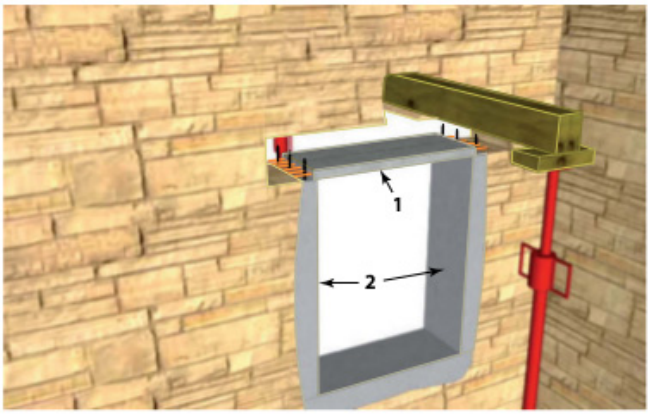
Jambages de fenêtre après décoffrage



Création du linteau

La pose d'un prélinteau préfabriqué [1] est très appréciable car il facilite le travail : il est facile à régler, évite le coffrage du dessous de linteau et sa finition ne nécessite pas de reprise. Il repose de niveau sur les arases des jambages [2].

Les prélinteaux ont des largeurs standards de 10, 15 et 20 cm, on en placera donc deux ou plus côte à côte selon l'épaisseur du mur.

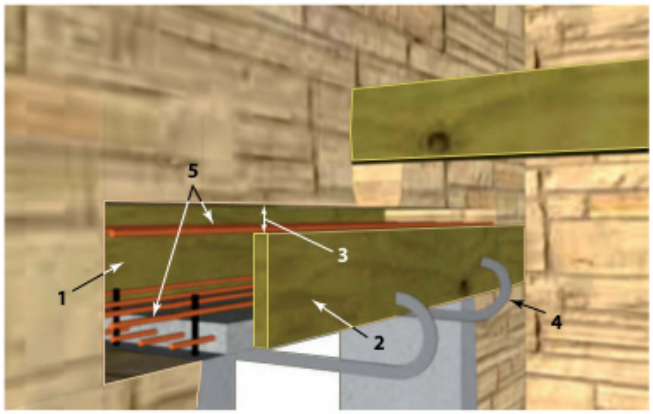


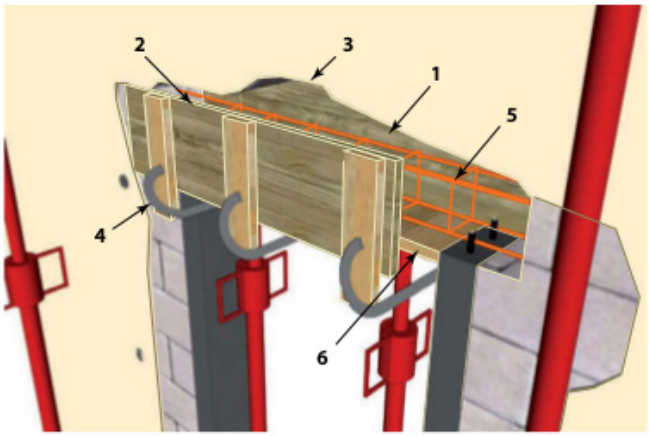
Exemple de reprise grâce à des prélinteaux

Un mortier bien ferme est utilisé pour installer de niveau les prélinteaux.

La façon de coffrer reste identique à un linteau traditionnel (voir chap. 1, § chaînage horizontal et chap. 9, § linteaux) à quelques exceptions près :

- la joue extérieure [1] comble entièrement le jour mais la joue intérieure [2] doit permettre le passage du béton [3]. Elles sont maintenues ensemble par des serre-joints [4] ;
- le ferraillage [5] se place avant la pose des joues ;
- le fond de moule [6] n'est pas nécessaire si l'on utilise un prélinteau.





Exemple de coffrage

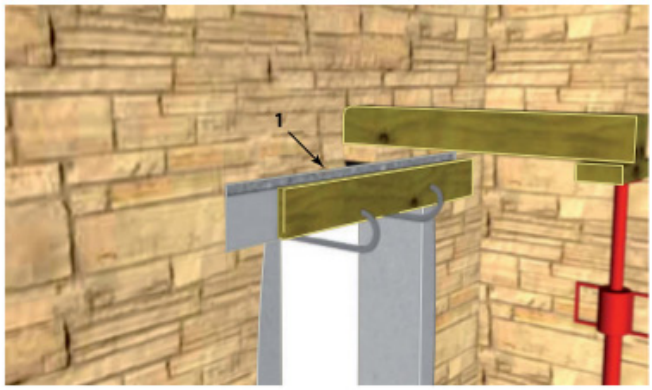
On voit ici la face extérieure : la joue est en recouvrement sur le mur (le béton est coulé depuis l'intérieur).

Le coulage d'un tel linteau est un travail délicat car on dispose de très peu de place pour déverser le béton, celui-ci doit donc être très plastique : il faut ajouter un adjuvant plastifiant au moment de la confection du béton pour obtenir la plasticité requise sans ajouter d'eau.

Le savoir-faire du maçon

Afin de simplifier l'opération de coulage il est préférable, lors de la démolition, de casser plus largement au-dessus du linteau afin de pouvoir verser un seau.

L'étalement du béton se fait à l'aide d'une latte. La vibration doit être correctement exécutée. Arrivé en haut de la joue intérieure, il faut calfeutrer [1] avec un béton sec en le jetant à la truelle et en le damant à l'aide la latte. La surface intérieure ne sera pas très propre mais les finitions ultérieures amélioreront l'aspect.



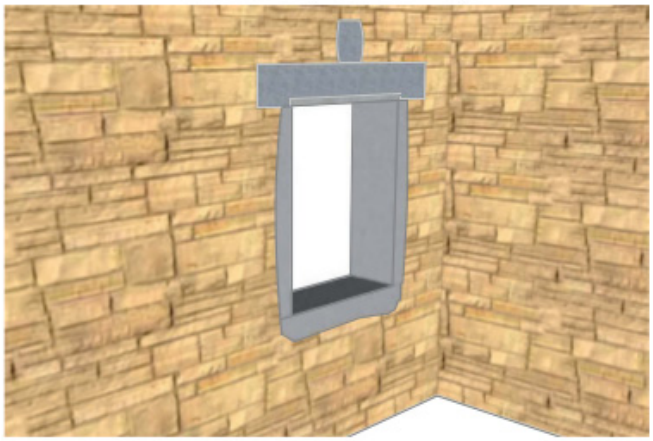
Finitions

Le moment du décoffrage dépend du mode opératoire :

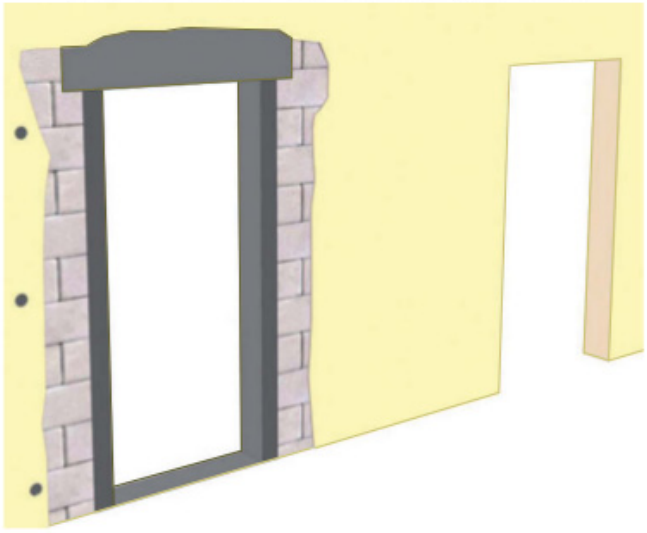
- le lendemain sur prélinteau (on peut alors reboucher les plus gros trous au mortier) ;
- après au minimum 7 jours sur linteau traditionnel, durant ce laps de temps on laisse les étais de maintien du fond de moule.

Après décoffrage, procéder aux raccords d'enduit.

Ouverture après décoffrage



Ouverture dans l'existant avant et après enduit



Réalisation des ouvertures en rez-de-chaussée

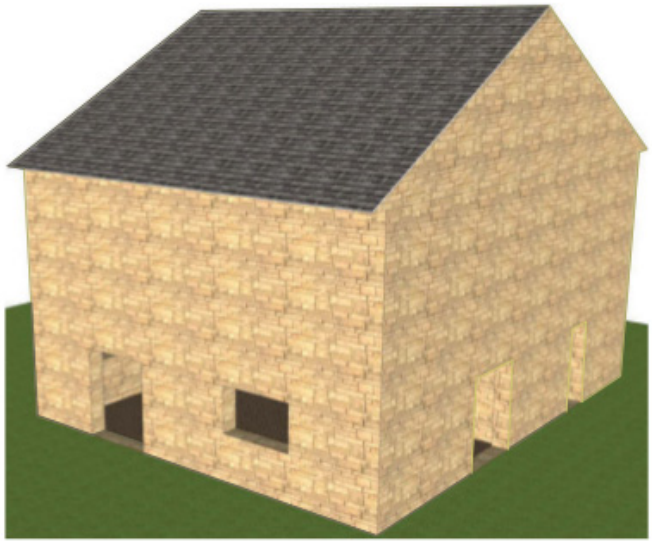
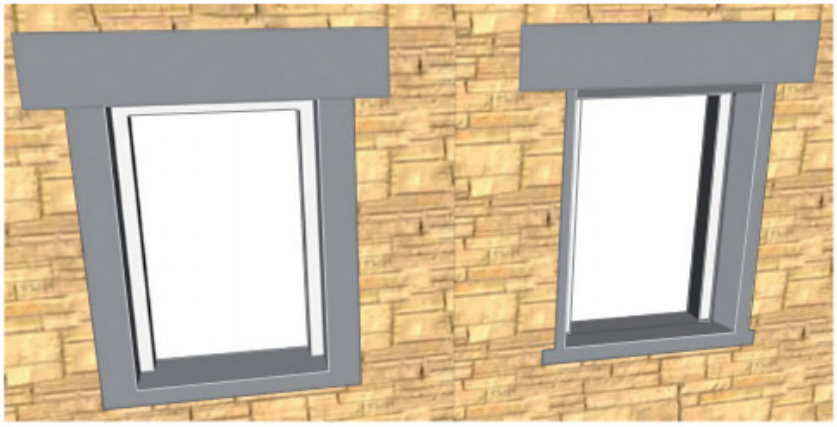


Tableau avec ébrasement

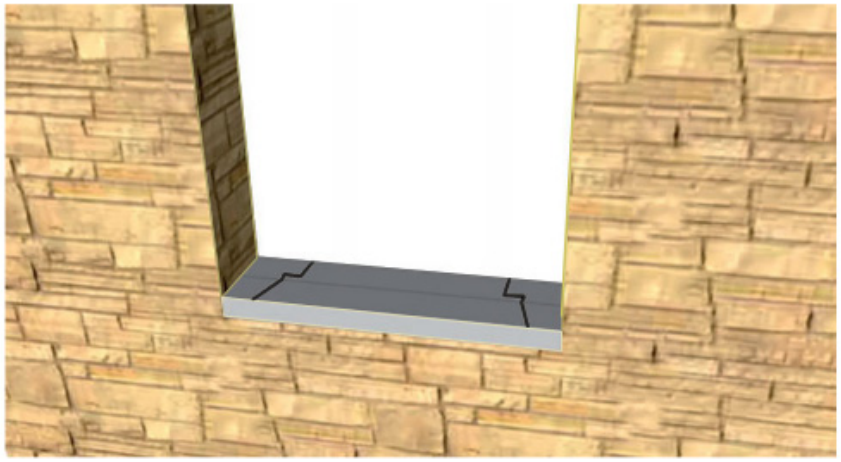
Lorsque le mur est épais, si les fenêtres ne doivent pas être en applique à l'intérieur mais dans l'épaisseur du mur, il faut créer des feuillures et, pour conserver un style ancien, les tableaux peuvent être réalisés avec un ébrasement c'est-à-dire obliquement.

Il faut donc, lors de la démolition, élargir l'embrasure côté intérieur au-delà de la largeur de la fenêtre elle-même.

Tableau avec feuillures et avec feuillures et ébrasement

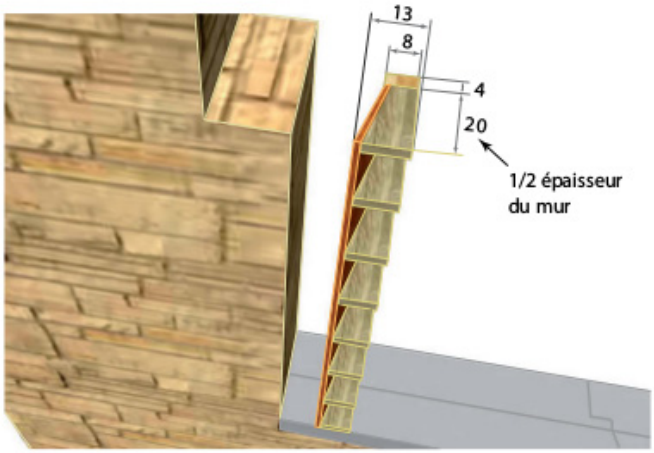


Tracer les tableaux avec leur feuillure, et ébrasement le cas échéant, afin de préparer le coffrage adéquat.

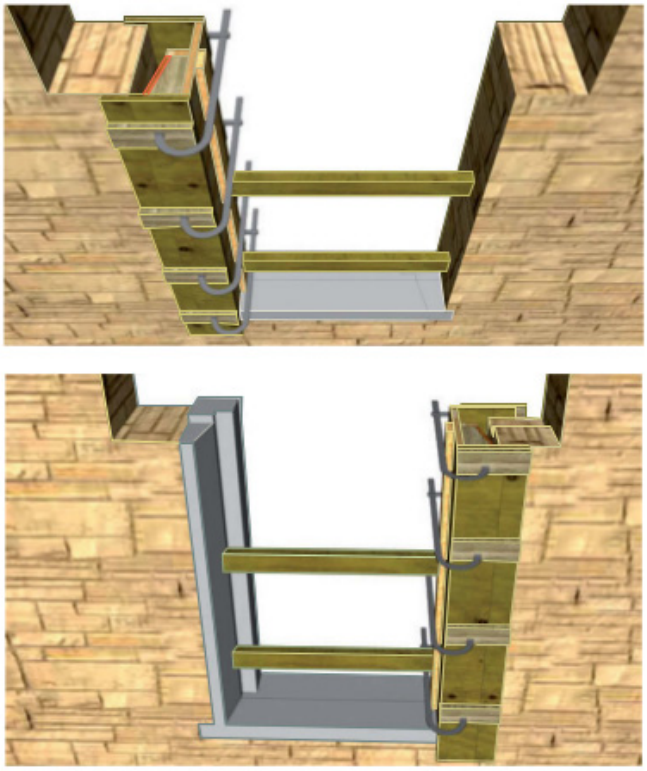


Dans le cas d'une simple feuillure, le coffrage est rectangulaire ; s'il y a un ébrasement le moule est créé avec un biais.

Les cotes sont ici données à titre indicatif. Les 20 cm correspondent à la moitié de l'épaisseur du mur, on conserve donc en extérieur un tableau de 20 cm.

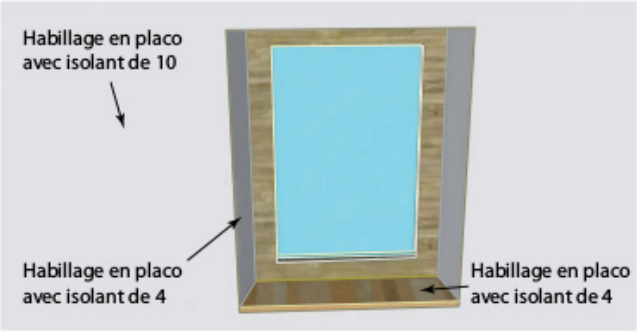


Pour économiser le travail et le matériel il est judicieux de réaliser les jambages en deux temps en réutilisant le même coffrage. Nota : ici les aciers ne sont pas dessinés.



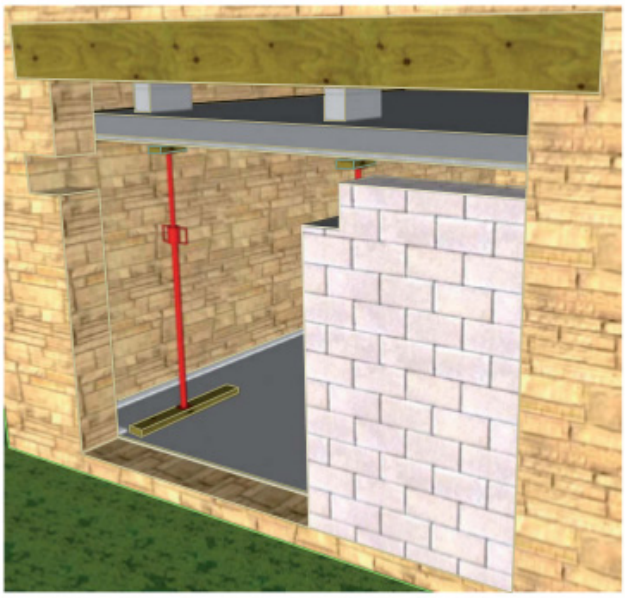
Attention, la feuillure horizontale, en linteau, doit être donnée par le décalage de 4 cm de la hauteur d'arase des prélinteaux.

Fenêtre avec ébrasement après finitions



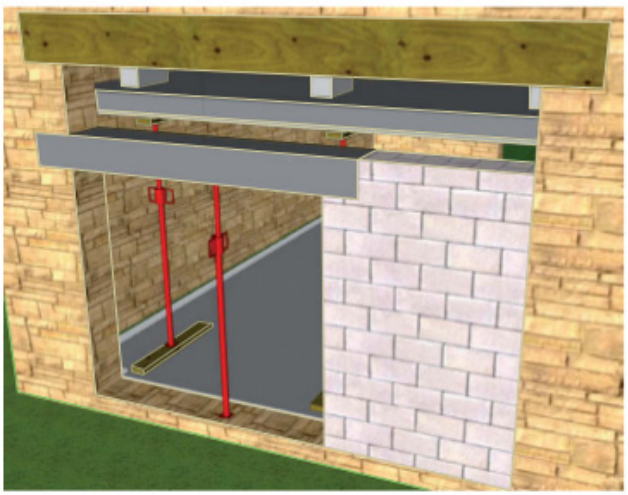
DÉPOSE D'UN LINTEAU BOIS

L'opération de dépose d'un linteau est délicate lorsque l'ouverture est très large. Il est donc nécessaire de laisser le plus longtemps possible le linteau bois afin d'éviter le maximum de désordre dans la partie supérieure du mur.

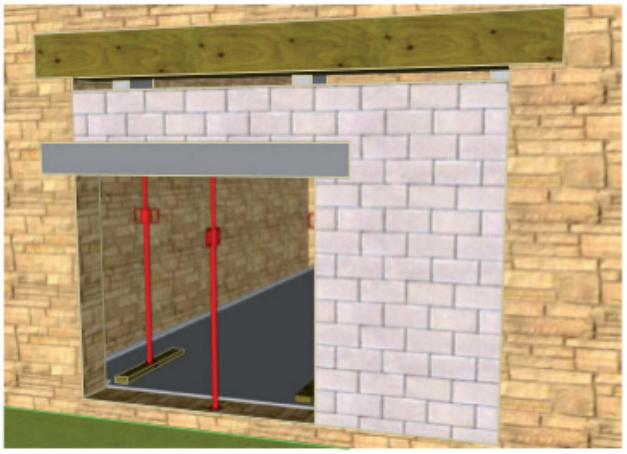


Aussi il est judicieux de maçonner autant que possible avant de supprimer la poutre en bois.

Ici on referme partiellement l'ouverture avec un pan de mur en blocs de béton et on réalise un linteau béton au-dessus de l'ouverture prévue.

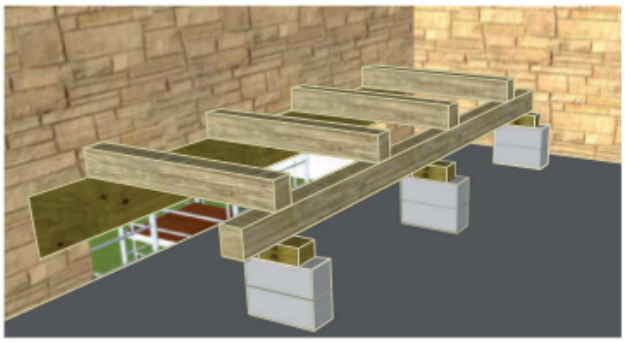


Puis on complète, en imposte, jusqu'à quelques centimètres du linteau bois, en étayant le nouveau linteau.



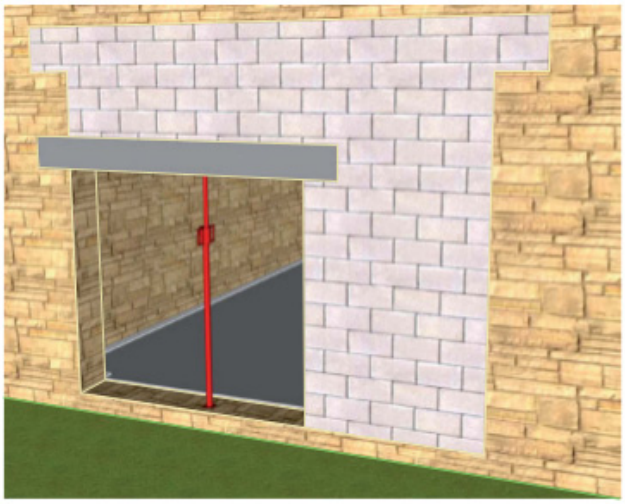
Prévoir un étaiement avec des tours à l'extérieur pour placer des renforts sous le mur tous les 1,20 m environ.

À l'intérieur, installer un calage sur la dalle d'étage et étayer dessous jusqu'à la dalle du rez-de-chaussée.



Enlever le linteau bois (pour la descendre il faut s'aider de cordes accrochées aux supports du mur). Bâtir la maçonnerie pour finir de fermer le mur et bien calfeutrer entre les deux murs, l'enduit de façade viendra harmoniser l'aspect.

Démonter l'étaiement après un séchage suffisant de la maçonnerie.



Réseaux enterrés

On nomme VRD (voirie et réseaux divers) les voies de desserte et l'ensemble des réseaux d'alimentation, assainissement et drainage d'une construction.

CANALISATIONS

Les canalisations acheminent l'eau, l'électricité, le gaz, le téléphone… Ces réseaux sont soumis à des règles précises quant à leur profondeur, l'espacement entre eux ou encore les matériaux utilisés.

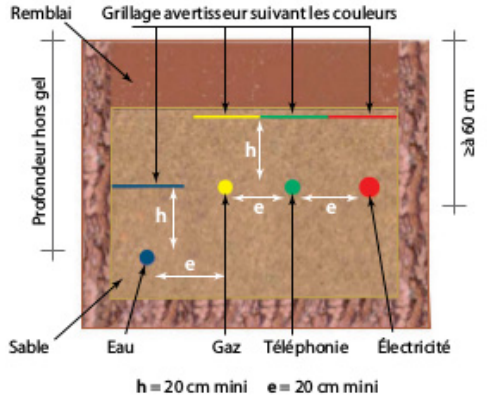
Les règles principales sont les suivantes :

- L'arrivée d'eau doit se trouver à une profondeur hors gel.
- Toutes les gaines doivent reposer sur un lit de sable de 10 cm et être recouvertes de sable ou d'éléments fins sur 20 cm. Les gaines sont munies de tire-fils.
- Un grillage avertisseur doit être positionné au-dessus des canalisations, à 20 cm minimum.
- Les grillages avertisseurs et gaines doivent respecter les couleurs attribuées à chaque type de canalisation : bleu pour l'eau, rouge pour l'électricité, jaune pour le gaz, vert pour le téléphone, blanc pour la fibre optique, gris pour les réseaux d'évacuation, etc.

Après avoir couvert les gaines de sable et placé le grillage avertisseur, on effectue le remblai par couches de 40 cm d'épaisseur, bien compactées. Lors d'une traversée de route, le sable est remplacé par un béton maigre.

Schéma de principe du positionnement des canalisations

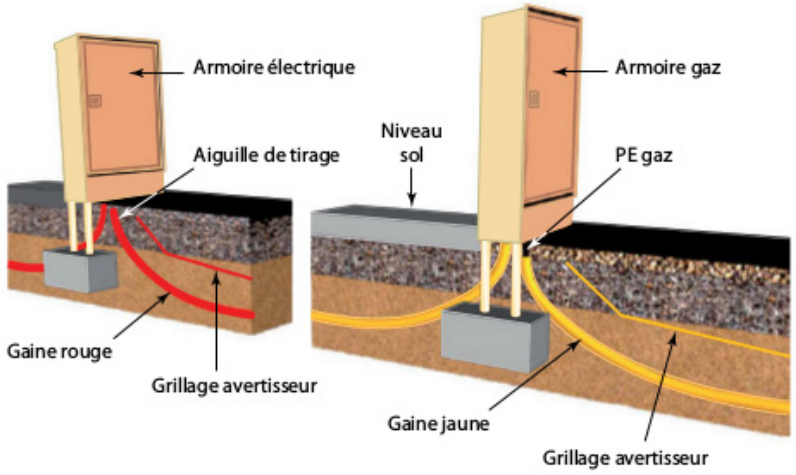
Sur le domaine public, les canalisations sèches doivent respecter ce schéma.



Les pénétrations des canalisations dans les armoires doivent être réalisées sans angles trop prononcés. Les courbes larges rendent le passage des câbles plus aisé.

Principe de raccordement des gaines aux armoires

Les courbes de départ et arrivée se font sans pliure de gaine.



Attention

Un plan précis des réseaux enterrés (plan de récolement) doit être réalisé afin de permettre les interventions ultérieures (réparation ou modification) ou d'autres travaux sur le terrain sans risquer d'endommager les réseaux existants. Sur la voirie publique, les prestataires se chargent de tenir à jour leurs propres plans.

ASSAINISSEMENT

L'assainissement consiste à recueillir et évacuer les eaux polluées provenant des habitations d'une agglomération. Ces eaux sont traitées avant d'être rejetées dans le milieu naturel.

Divers types d'eaux sont à évacuer :

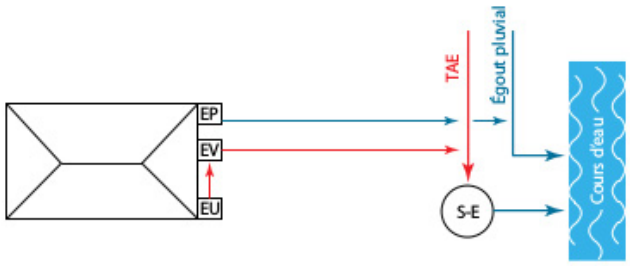
- eaux pluviales (EP) en provenance des toitures ;
- eaux-vannes (EV) en provenance des sanitaires ;
- eaux usées (EU), appelées parfois eaux ménagères (EM), en provenance des cuisines, salles de bains, siphons de sol, etc.

Assainissement collectif et ANC

En assainissement collectif, les eaux peuvent être recueillies dans un réseau unitaire (les EP sont mêlées aux EU et EV) ou dans un système séparatif qui comprend deux égouts :
un égout général (EU, EV) ;
un égout pluvial (EP).
L'objectif est alors de rejeter directement les eaux pluviales (EP) dans un cours d'eau afin de ne pas surcharger la station d'épuration qui doit sinon être dimensionnée en conséquence.

Schéma de principe de l'assainissement

SE : station d'épuration
TAE : tout-à-l'égout



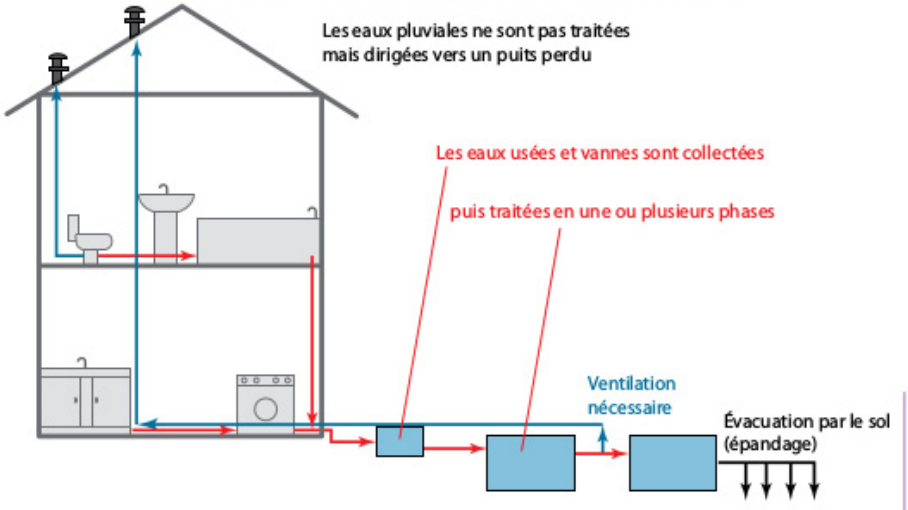
Une installation d'assainissement non collectif (ANC) désigne toute installation assurant la collecte, le transport, le traitement et l'évacuation des eaux usées domestiques ou assimilées à l'échelle d'une seule habitation.
La collecte et le transport des eaux usées en sortie d'habitation sont effectués par un dispositif de collecte (boîte, etc.) suivi de canalisations.

Le traitement des eaux usées est réalisé soit dans le sol en place soit dans un sol reconstitué, avec traitement en amont par une fosse septique toutes eaux, selon un dispositif de traitement bénéficiant d'un agrément ministériel.

L'évacuation des eaux usées domestiques traitées est réalisée en priorité par infiltration dans le sol ou, à défaut, par rejet vers le milieu hydraulique superficiel (cours d'eau, fosse…).

L'ANC peut aussi être assuré par d'autres systèmes agréés : filtre planté, microstation.

Système d'ANC avec traitement par fosse et épandage



Canalisations intérieures

Avant de réaliser le dallage du rez-de-chaussée il faut, d'après le plan d'aménagement, réaliser la pose des réseaux d'assainissement, donc positionner précisément les évacuations avant la préparation de la forme.

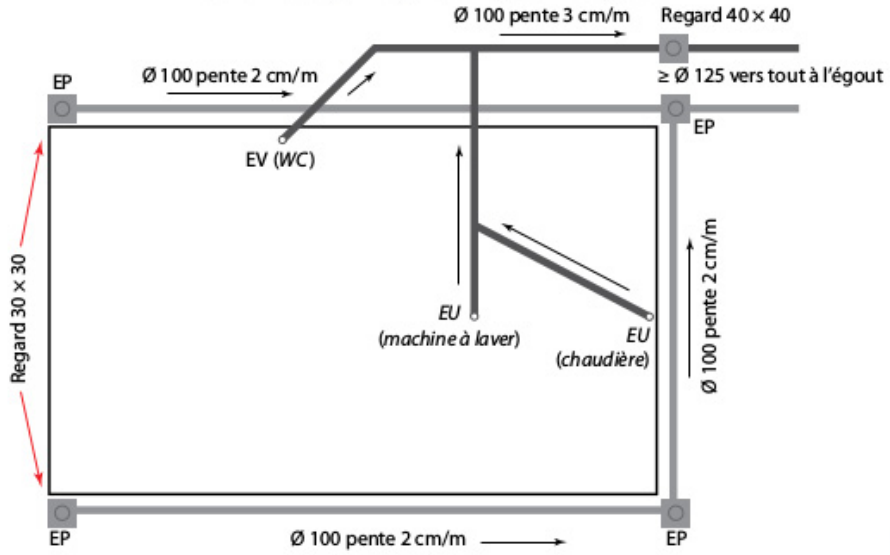
Cette implantation est effectuée grâce au plan de canalisations en respectant les pentes prévues (au minimum 1 % pour les EP et 3 % pour les EU et EV).

Les matériaux utilisés sont principalement du PVC de diamètre 80 à 100 mm pour les EU, 100 mm pour les EV et 100 à 110 mm pour les EP. Leur assemblage s'effectue à l'aide de colle (adhésif à fort solvant).

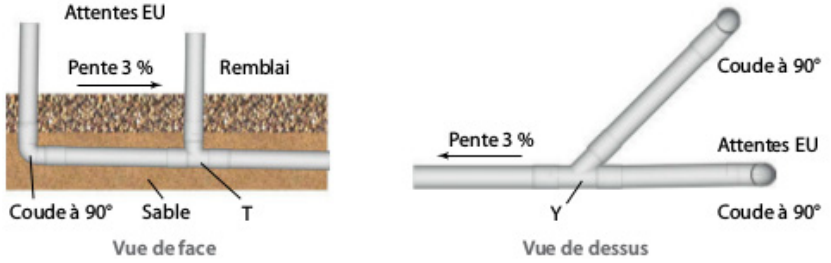
Il faut éviter les angles à 90°, sauf pour les canalisations d'attente (remontée dans la dalle). Il est préférable de placer des coudes à 45° et des Y plutôt que des T pour les raccordements de tuyaux et les changements de direction. Le sens de pose est important : les manchons et collerettes doivent se trouver en partie haute de la pente.

Nota : les canalisations EP passent rarement à l'intérieur.

Schéma de principe d'un système séparatif



Principe d'installation des tuyaux PVC d'évacuation



Attention

La qualité de pose (sens de pente et remblai) est primordiale tant il est très difficile et désagréable de réparer les mauvaises évacuations déjà en place.

Canalisations extérieures

Outre les canalisations EU et EV à prolonger jusqu'au point de collecte, il y a à traiter les eaux pluviales (EP). Leur récupération depuis les toitures se fait à l'aide de chéneaux et de descentes. Toutes ces eaux sont collectées dans des regards avant d'être acheminées au tout-à-l'égout unitaire ou séparatif situé sur la voie publique.

Ici encore, comme en intérieur, la qualité de pose est primordiale, car les réparations sont lourdes de conséquences.

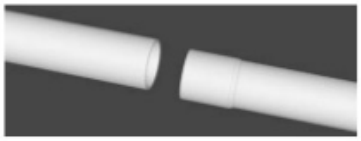
Une canalisation doit reposer parfaitement sur le fond de fouille (en sable) et non pas être calée sur des points durs, auquel cas la moindre charge risque de briser la conduite.

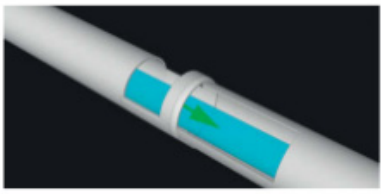
Il faut bien porter attention au sens de pose des conduites par rapport au sens de l'écoulement.

Lit de sable uniforme, aucune déformaion

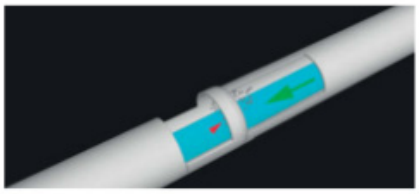
Point dur sous le PVC, déformation et rupture du tuyau

La collerette doit toujours être positionnée en partie haute afin que l'eau puisse être évacuée en enlevant toutes les particules annexes.





Manchon en partie haute du tuyau, écoulement facile des eaux usées



Manchon en partie basse du tuyau, écoulement difficile des eaux usées et accumulation des effluents

REGARDS

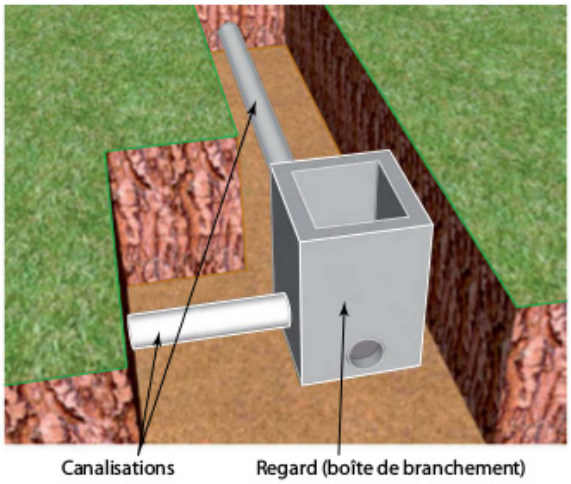
Les regards sont des éléments en béton armé, appelés également boîtes de branchement. Ils sont en général placés à la sortie des bâtiments (pour les EU et EV) et en pied de chute des descentes de toit (pour les EP).

Ils sont situés aux endroits indiqués sur les plans et surtout réglés à la bonne cote de nivellement (hauteur). Cette cote a été déterminée en fonction des niveaux des fils d'eau, afin de garder suffisamment de hauteur donc de pente pour pouvoir évacuer correctement dans le collecteur général (tout-à-l'égout).

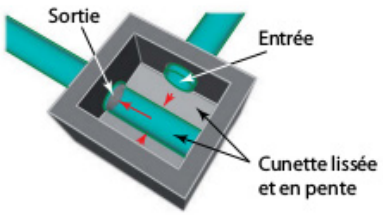
Le rôle des regards est de permettre l'accès aux canalisations pour les curages (nettoyage). Ils assurent aussi la ventilation des égouts. On les trouve :

- à chaque jonction de canalisation ;
- à chaque changement de direction ;
- à chaque changement de pente ;
- en ligne droite tous les 50 à 60 m.

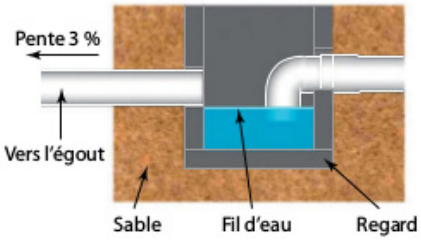
Principe d'installation des regards



Il est conseillé de réaliser les fonds de regard au mortier afin de lisser au mieux et en créant des pentes vers la sortie. Cette forme de pente se nomme cunette de fond de regard. Son rôle est de favoriser l'évacuation vers le tout-à-l'égout en évitant qu'un dépôt ne se forme. Un demi-tuyau peut également être utilisé en fond de regard.



La fonction d'un regard siphonné est d'éviter que les mauvaises odeurs ne remontent le long des tuyaux jusqu'à l'habitation. Pour cela, la base du coude placé dans le regard en extrémité de l'évacuation doit être située plus bas que le fil d'eau de sortie afin d'être en permanence noyée dans la réserve d'eau ainsi formée. Le regard siphonné se trouve en principe juste avant l'arrivée dans le tout-à-l'égout ou bien à la sortie de la maison.



DRAINAGE ET ÉTANCHÉITÉ

Un ensemble drainant et l'étanchéité des murs pour leur protection contre l'humidité sont indispensables à la salubrité de l'habitation. Cela est primordial si un ou plusieurs murs sont enterrés, même partiellement, et les travaux de drainage doivent alors être sans faille.

Les solutions sont :

- collecter et diriger l'eau en pied de mur ;
- placer un écran d'étanchéité sur la paroi du mur ;
- établir une coupure de capillarité sur le mur.

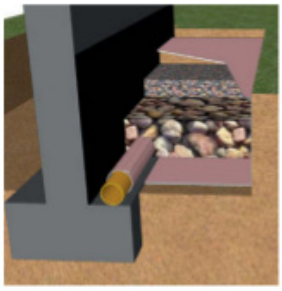
Drainage lors des fouilles

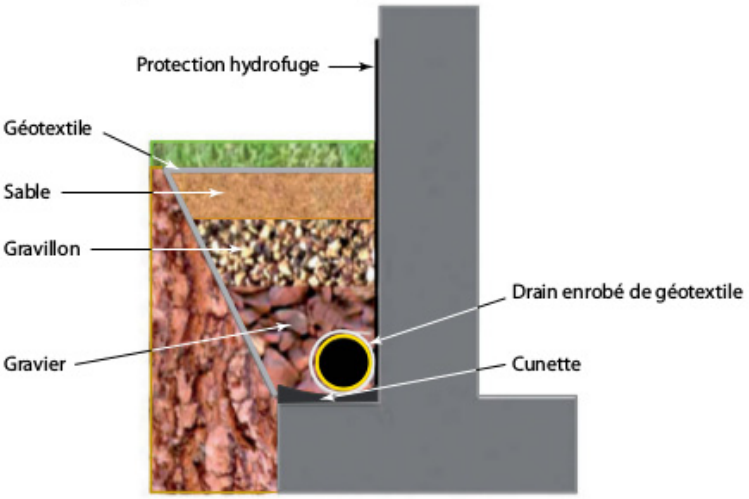
Bien souvent on est confronté lors du terrassement à une arrivée d'eau en fond de fouille due à l'humidité du sol. Les moyens employés pour maîtriser ce phénomène consistent soit à diriger l'eau dans un puisard et à la pomper au fur et à mesure des besoins, soit à rabattre la nappe avoisinante par des puits ceinturant la fouille avec des matériaux filtrants raccordés à une pompe, ou par une ceinture en palplanches..

Drain

Les drains de diamètre 100 mm sont en PVC strié et perforé. Ils s'installent au pourtour de la construction, en pied de mur, sur une cunette en béton ou sur le dessus de la fondation. Du géotextile enrobe le drain et l'ensemble drainant.

Composition d'un drainage



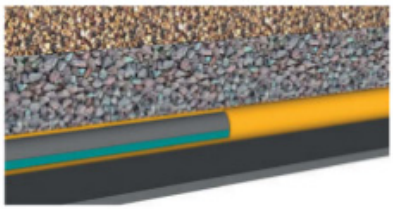


Une boîte de branchement est positionnée à chaque changement de direction. Le tout est relié à l'égout avec une pente de 5 mm/m (0,5 %).

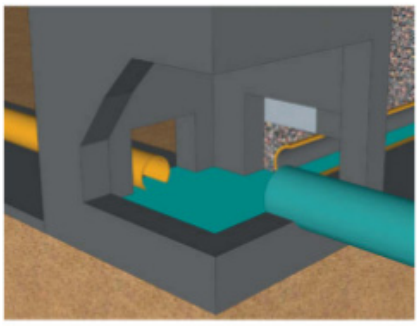
Ensemble drainant

Le tuyau de drain se place trous vers le haut pour récupérer les eaux de ruissellement et les guider vers une boîte de branchement.

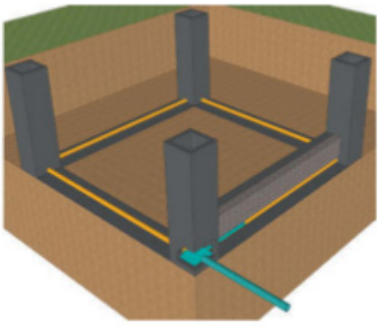
Drain



Récupération des eaux



Boîte de branchement

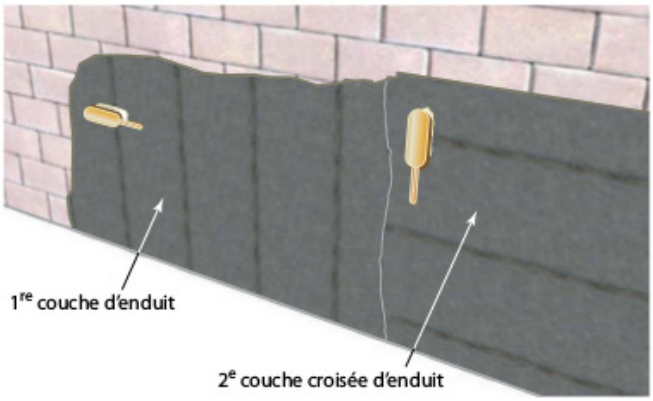


Le drain ceinture le bâtiment

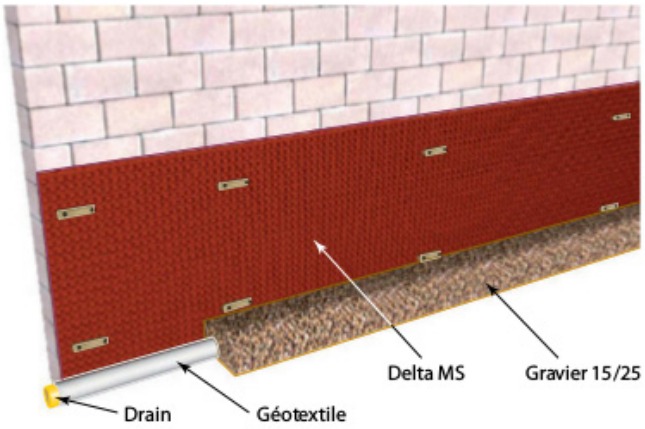
Enduit hydrofuge

Sur un mur de blocs de béton on utilise un enduit bâtard classique (mortier de ciment et chaux) avec un hydrofuge, puis on applique en deux couches une peinture bitumineuse. Sur les murs en béton banché on applique simplement une peinture bitumineuse.

Il existe également des enduits hydrofuges prêts à l'emploi (de type Trapcofuge) à appliquer à la balayette en deux couches croisées.



À ces enduits on peut ajouter un complément de protection grâce à une membrane d'étanchéité (de type Delta MS) déroulée sur le mur et fixée par de petites lattes dans l'attente du remblaiement. Les picots de ce produit doivent être placés vers le mur afin de ménager une lame d'air contre la maçonnerie.

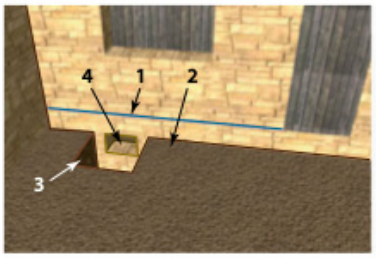


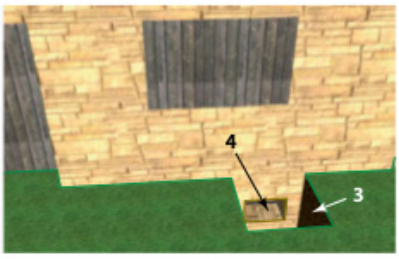
FOUILLES DES RÉSEAUX

On prépare ici les réseaux de la grange prise en exemple.

Procéder au terrassement du sol intérieur : tracer le point 0,00 [1] sur le mur puis, d'après les calculs des différentes épaisseurs du dallage (finition, chape, béton, isolant, forme concassée) terrasser l'ensemble de la surface [2].

Après avoir relevé les informations sur les arrivées et les départs des canalisations, faire un trou suffisamment grand (environ 1 m² et au moins 0,80 m de profondeur), à l'intérieur et à l'extérieur de la construction [3]. On peut ainsi réaliser le percement du mur [4] qui servira pour le passage de l'ensemble des canalisations (arrivée d'eau, de gaz, d'électricité, de téléphonie, et sortie des EU et EV).





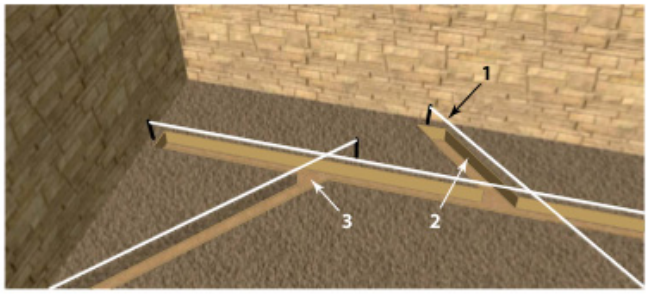
Attention

Il est très important de connaître le dénivelé entre la cote de sortie des canalisations et celle du fil d'eau du tout-à-l'égout.

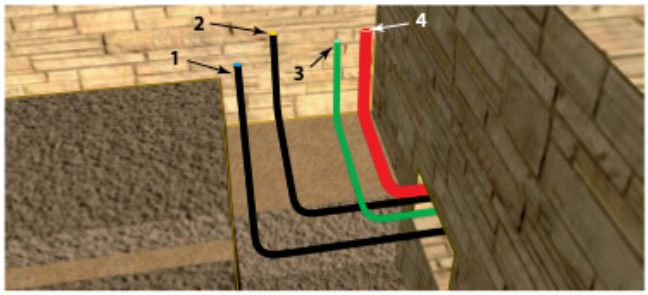
En effet, il faut conserver une pente de 2 à 3 % pour bénéficier d'une évacuation correcte (par exemple, pour 20 m de distance entre la maison et le tout-à-l'égout il faut (20 × 3)/100 = 60 cm de dénivelé).

À l'intérieur, tracer les emplacements des attentes des canalisations des eaux usées et des toilettes, en pensant aux descentes de l'étage.

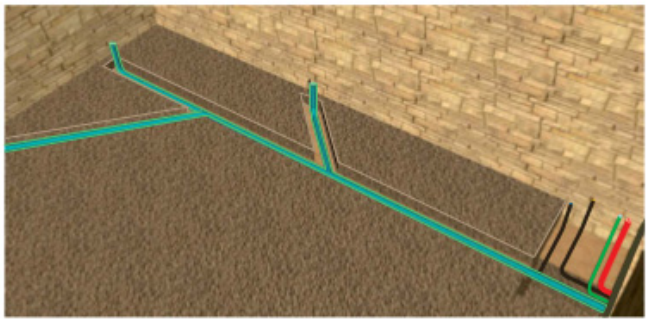
Pour matérialiser ces emplacements, planter un piquet au sol et tendre un cordeau [1] afin de réaliser la fouille [2] d'une largeur de pelle sur une profondeur de 20 cm. Puis placer une couche de sable en fond de fouille [3].



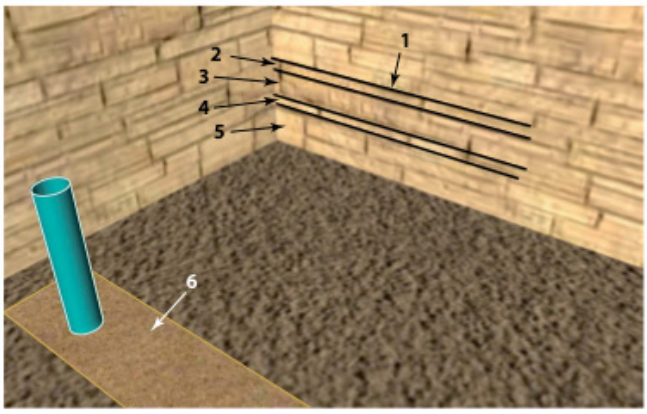
Poser les gaines d'arrivée d'eau [1], de gaz [2], de téléphonie [3] et d'électricité [4].



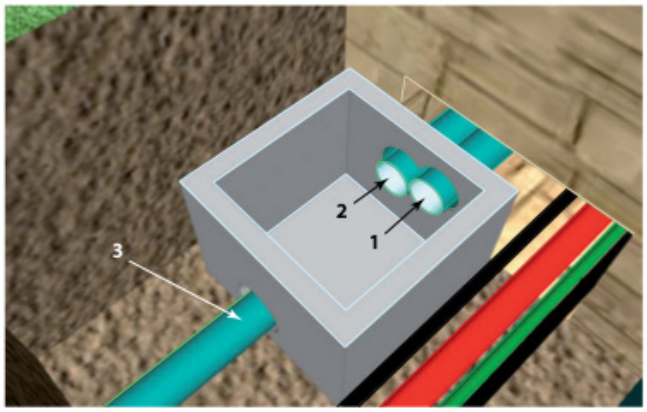
Poser les tuyaux d'évacuation en PVC, avec un double encollage, en positionnant au plus juste les attentes verticales (évitez les coudes à 90° et les T pour les changements de direction).



On voit ici le traçage au mur des différentes épaisseurs : finition [1], chape [2], béton [3], isolant [4] et forme [5]. Et le remblaiement en sable sur toutes les canalisations [6]. Le dallage est prêt à être réalisé.

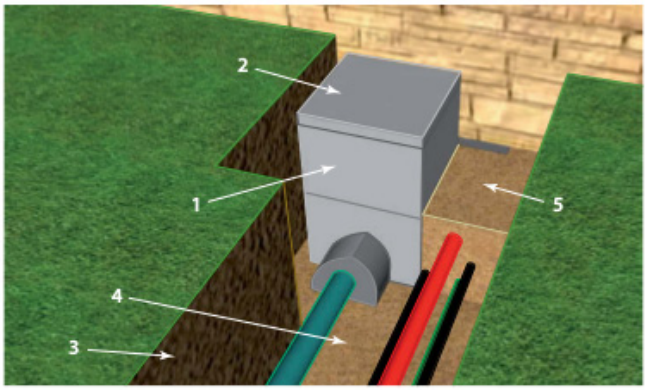


Les branchements des canalisations sont réalisés à l'extérieur dans un regard d'au minimum 40 × 40 cm (cotes intérieures), avec comme entrées les EU [1] et les EV [2] et la sortie vers le tout-à-l'égout [3].



Calfeutrer les PVC avec un béton ferme et du mortier pour la finition, réaliser la cunette, mettre le regard à hauteur du sol extérieur avec une rehausse si nécessaire [1] et poser le tampon [2] (couvercle).

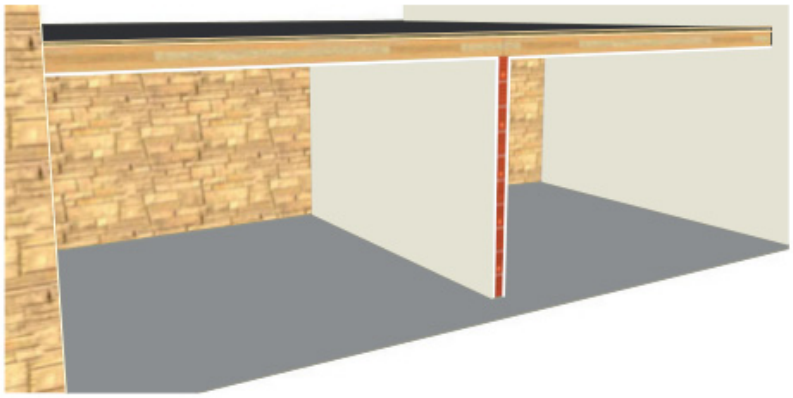
Pour raccorder les canalisations sur le domaine public, réaliser une fouille [3] jusqu'à la limite de terrain, placer 10 cm de sable grossier [4], poser les canalisations, recouvrir de sable [5] sans oublier le grillage avertisseur et remblayer.



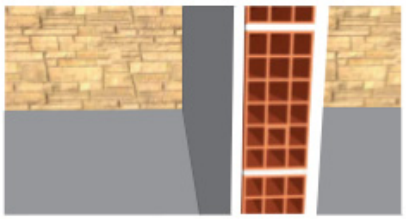
Démolition de cloisons intérieures

En principe les cloisons intérieures ne sont par définition pas porteuses, elles peuvent être démolies sans risque.

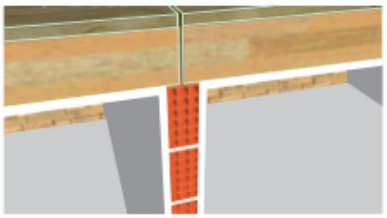
Toutefois il faut être attentif car certaines, relativement larges, peuvent soutenir les solives d'un plancher même si elles ne participent pas à la structure du gros œuvre. Une attention particulière est donc nécessaire avant leur démolition et il faut prévoir l'installation d'une poutre afin de reprendre la charge du plancher. À titre d'exemple on examine ci-dessous le cas d'une cloison à démolir pour ne créer qu'une seule pièce.



Après analyse de la composition de la cloison, il est établi qu'elle est composée de briques creuses en terre cuite de 10 cm d'épaisseur, enduites en plâtre sur les deux faces.

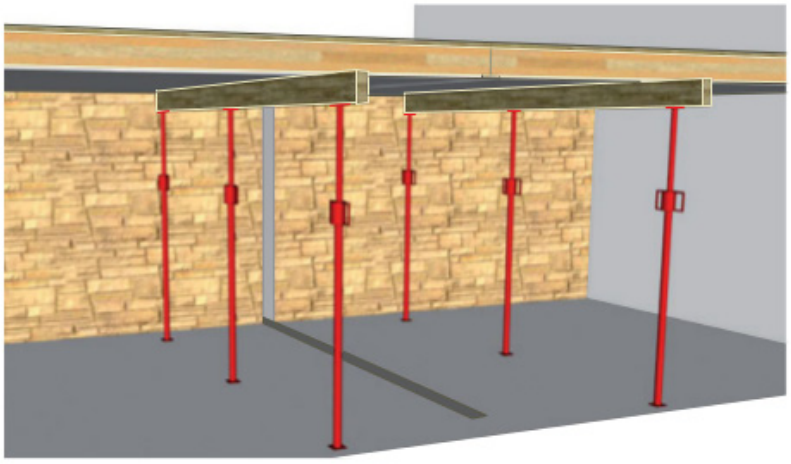


Cette cloison porte le plancher bois du grenier.



Sans étude préalable ni précautions, après quelques mètres carrés de cloison démolis, le plancher supérieur risque de s'affaisser.

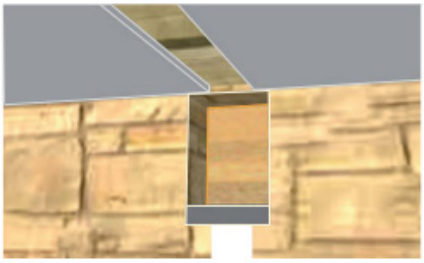
Il est donc nécessaire de maintenir la surface de plancher pendant les travaux par un étaiement composé de bastings et étais placés sous le bois, tous les 1 m environ, de part et d'autre de la cloison à détruire.



Lorsque la démolition est achevée et les gravats évacués, tracer le percement pour encastrer la poutre puis démolir la réservation sur une profondeur d'appui + 5 cm d'un côté et appui + 15 cm de l'autre (marge nécessaire afin de pouvoir introduire la poutre).

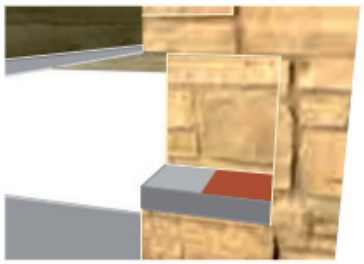
Nota : pour l'appui de la poutre sur le mur, on compte en général une profondeur égale à la largeur de la poutre ou légèrement supérieure.

Un sommier (appui) est réalisé pour recevoir l'appui de la poutre en bois massif ou en lamellé-collé (la méthode est identique pour la pose d'une poutre métallique de type IPN ou HEA).

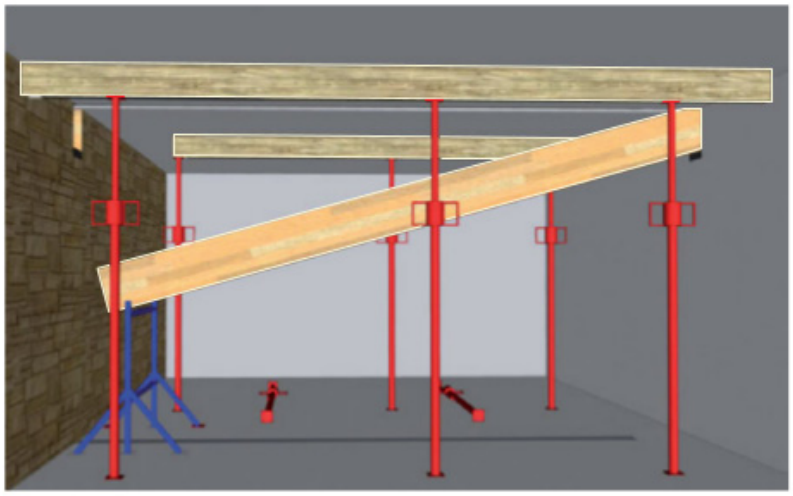


La partie grise correspond à l'appui de la poutre, en rouge on montre ici la marge de percement afin de faire coulisser la poutre.

Les sommiers sont coulés 3 à 4 cm plus bas que nécessaire afin de pouvoir glisser la poutre en biais au moment de la pose.

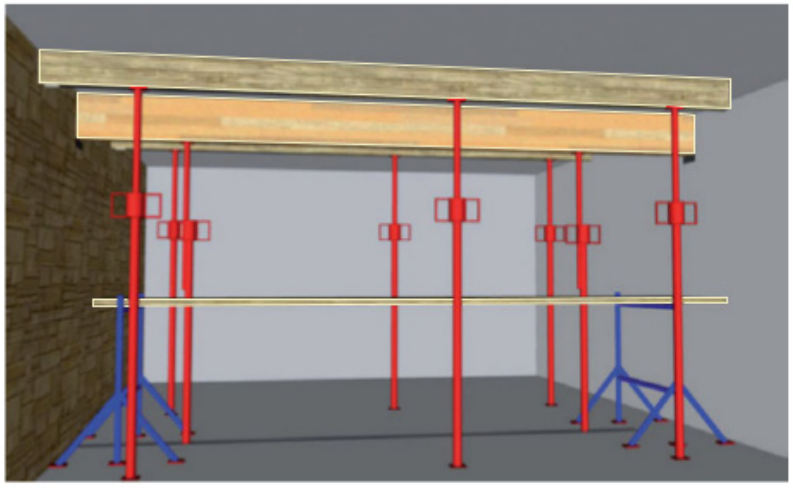


Prévoir deux étais pour le blocage de la poutre à bonne hauteur, contre les solives, et un tréteau pour soulager la poutre d'un côté puis pour échafauder.

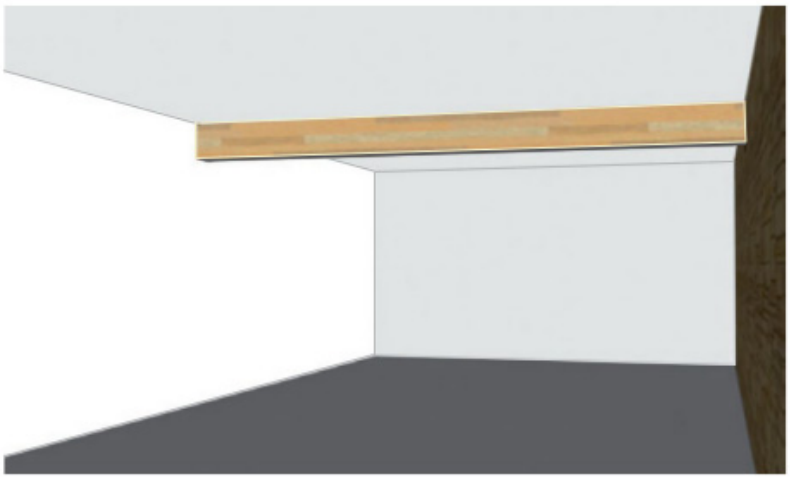


Une fois la poutre mise à l'horizontale, la glisser dans la réservation opposée en répartissant ses appuis.

Une fois la poutre bloquée contre les solives à l'aide des étais, caler entre la poutre et les sommiers avec des pierres bien plates pour créer un bon appui (surtout pas avec des pièces de bois qui risqueraient à terme de pourrir) et calfeutrer au mortier après avoir enrobé le bois d'un papier (type Kraft) pour le protéger de l'attaque du ciment.



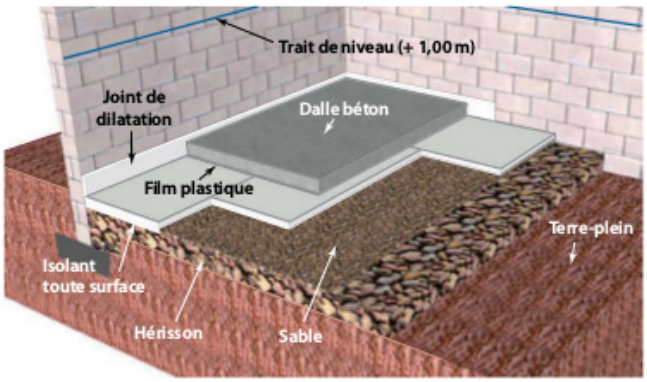
Puis réaliser les finitions.



Dallage

On nomme dallage sur terre-plein l'ensemble des couches installées sur le sol et ayant pour fonction d'isoler du sol humide et de former une aire de circulation résistante et plane. Le dallage sur terre-plein est indépendant des murs.

Il reçoit à sa surface une chape de mortier de ciment puis la finition (carrelage, moquette, dalles en pierre…).



Le dallage est constitué des couches suivantes :

- une forme stabilisée de cailloux, graviers, sable mélangé ou tout-venant, compactée par couches de 20 à 25 cm (hérisson) ;
- un isolant thermique peu compressible posé sur la couche de sable de la forme, sur toute la surface ;
- un écran d'étanchéité (film plastique imperméable) ;
- une dalle béton d'une épaisseur de 12 cm armée d'un treillis soudé à mailles carrées (voir aussi chap. 8, § dalle de terrasse et chap. 9, § dalle).

La réalisation de la forme, ou hérisson, doit être conforme aux DTU en vigueur. Les points importants à respecter sont les suivants :

- elle doit être composée d'éléments sains, tels que calcaire, concassé, tout-venant (surtout pas de terre) ;
- elle doit être dressée et compactée.

Attention

Les attentes en PVC des évacuations s'effectuent avant la préparation de la forme.

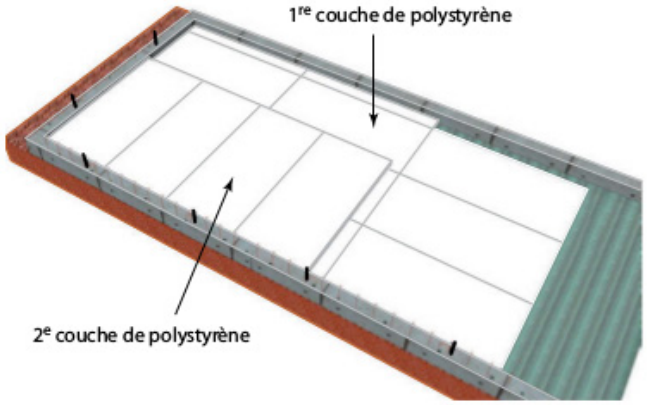
La forme est compactée à l'aide d'une dameuse ou d'un rouleau compresseur.

© BOMAG

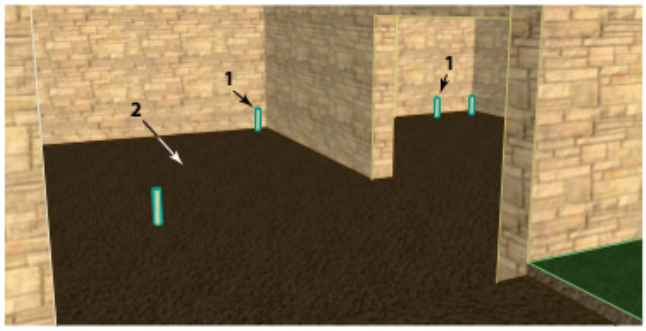
Sur la forme, une fine couche de sable (2 à 4 cm) est étendue pour recevoir l'isolant sur toute la surface. On déroule ensuite un film plastique.

Mise en œuvre de l'isolant

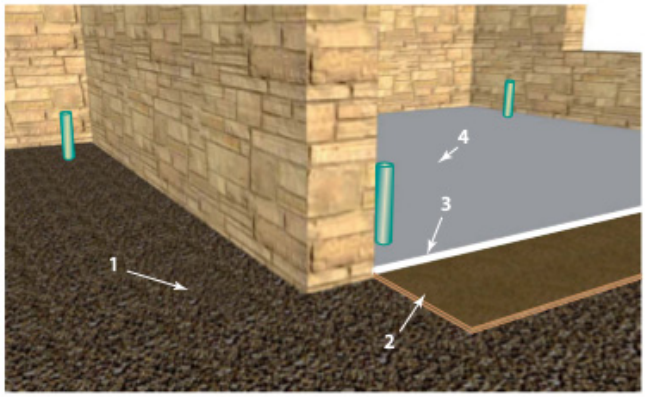
Deux couches d'isolant sont croisées afin de ne pas superposer les joints.



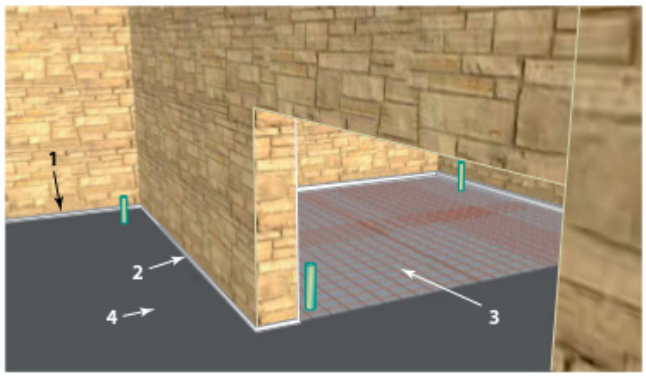
Les attentes des sorties de l'assainissement étant réalisées [1], égaliser l'ensemble de la surface [2].



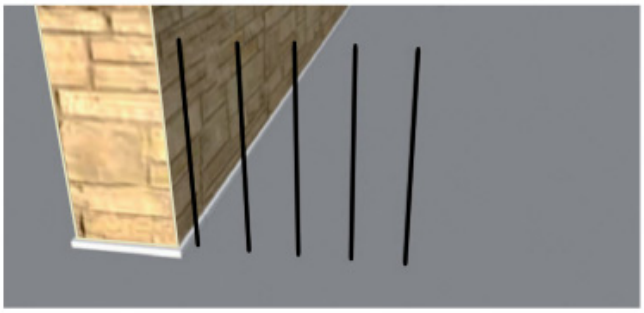
Approvisionner le concassé sur une couche de 20 à 25 cm et compacter [1]. Étaler une fine couche de sable [2] afin de ne pas casser l'isolant en polystyrène [3] en marchant dessus puis dérouler le film étanche [4] qui limite les remontées d'humidité.



Placer un isolant de 15 cm de hauteur et 1 à 2 cm d'épaisseur en périphérie des murs extérieurs [1] et contre le mur de refend [2].
Poser le treillis soudé [3] et couler l'épaisseur de 12 cm de béton [4] (voir chap. 8, § dalle de terrasse et chap. 9, § dalle).



Au moment du coulage du béton, ne pas oublier les fers d'attente de l'escalier.



Plancher d'étage

PLANCHER À POUTRELLES ET HOURDIS

Un plancher semi-préfabriqué est composé ainsi :

- poutrelles en béton ;
- hourdis ou entrevous (pour le remplissage des vides) ;
- dalle de compression de 4 à 6 cm d'épaisseur, en béton armé par un treillis soudé.

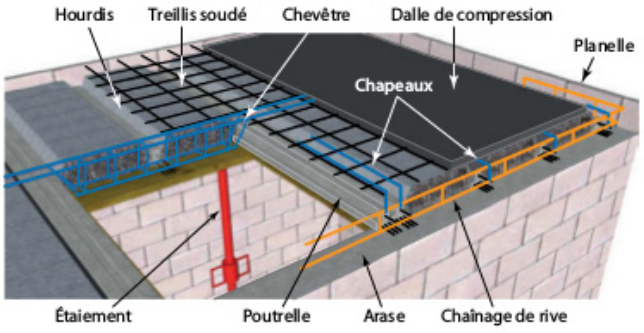
L'ensemble est maintenu en place jusqu'au séchage par un étaiement.

Les planchers constitués de la sorte varient généralement de 1 à 6 m de portée pour 16 à 24 cm d'épaisseur (pour des portées plus grandes, l'épaisseur du plancher est augmentée).

À savoir

La dénomination d'un tel plancher est 12 + 4 ou encore 16 + 4 : le premier nombre indique l'épaisseur des hourdis et le second l'épaisseur de la dalle de compression.

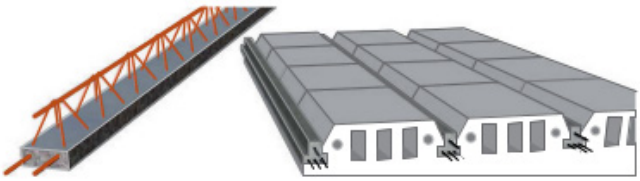
Schéma type d'un plancher poutrelles-hourdis



Il existe deux types de poutrelles : les poutrelles à treillis métallique, composées d'une armature en treillis et d'un talon en béton, et les poutrelles en T renversé qui peuvent être en béton armé ou en béton précontraint.

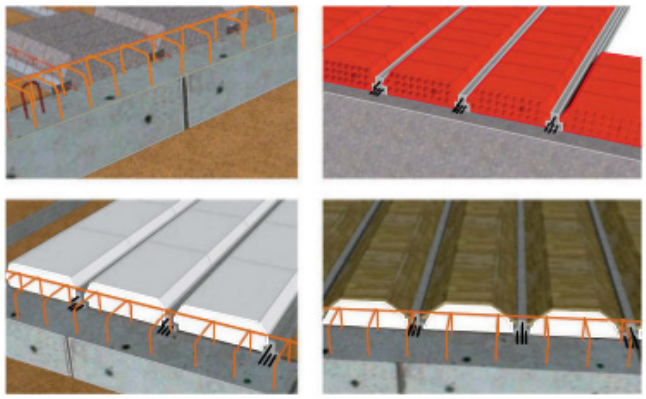
Nota : un élément en béton précontraint a été fabriqué avec une contrainte de compression qui vient compenser partiellement la contrainte de flexion reçue par cet élément au sein d'une structure. Cet élément est ainsi plus résistant qu'un élément de dimensions égales réalisé en béton armé non précontraint.

Poutrelles à treillis et en T



Différents composants de planchers poutrelles-hourdis

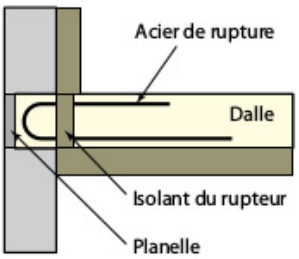
Les hourdis peuvent être en différentes matières : béton, terre cuite, polystyrène, fibre de bois, PVC, bois…



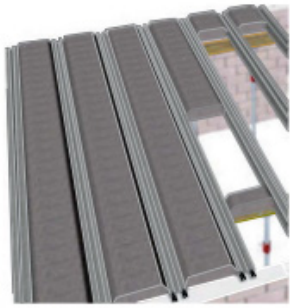
Le rupteur thermique est désormais un élément à part entière pour atteindre les performances énergétiques des bâtiments, conformément à la réglementation thermique en vigueur. Son rôle est de créer une rupture thermique entre le plancher et les murs pour éviter les déperditions.

À savoir

Non traités, les ponts thermiques peuvent représenter jusqu'à 18 % des déperditions d'une habitation.



Avant de remplir la surface de plancher par les hourdis, veiller à ce que l'étaiement soit en place suivant le plan de pose et correctement contreventé.



Attention

Ne pas marcher sur les hourdis, ils sont très fragiles. Prévoir un chemin de planches reposant sur le plancher.

Coffrage des rives

Deux solutions sont possibles pour l'arrêt du béton en rives :

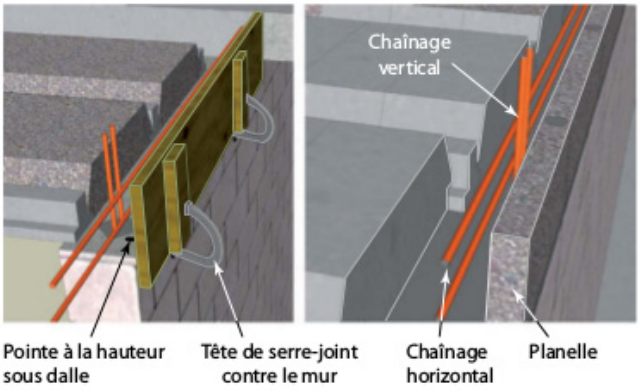
- le coffrage en périphérie qui permet d'arrêter le béton à la bonne hauteur. On peut placer contre l'intérieur de ce coffrage des planelles posées à sec, en terre cuite ou béton ;
- la maçonnerie au mortier gras (350 à 400 kg/m³) de planelles béton de 5 cm.

Important

En construction neuve, la pose de garde-corps périphériques est indispensable avant l'exécution du plancher.

Périphérie du plancher

Pour assurer l'appui correct du plancher, les aciers des poutrelles doivent chevaucher sur les deux tiers de l'épaisseur du mur.



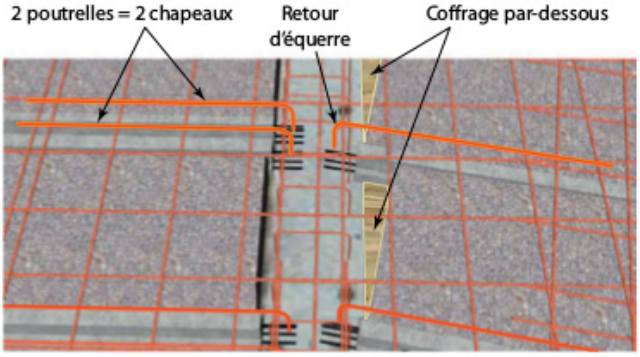
À savoir

Les évacuations des eaux usées et eaux-vannes se prévoient avant l'armature. Pour cela, il suffit de placer aux emplacements voulus, suivant le plan du plombier, les attentes en PVC.

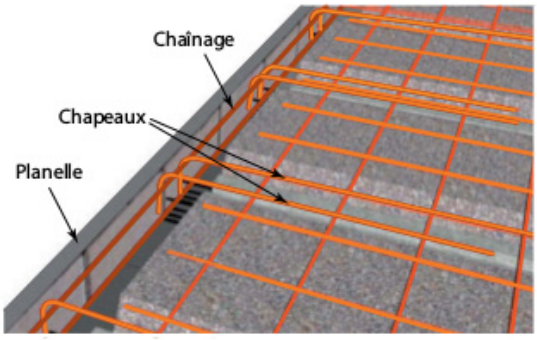
Armature

L'armature comprend les chaînages sur les murs avec des liaisons, un treillis soudé sur toute la surface, les renforts (chapeaux sur toutes les poutrelles), les armatures en attente pour la continuité verticale du bâtiment (poteaux, chaînages verticaux, escalier, etc.) et des renforts éventuels.

Nota : aux endroits où il est impossible de remplir en hourdis, on cale des bois de coffrage par en dessous afin d'obturer les trous entre poutrelles.



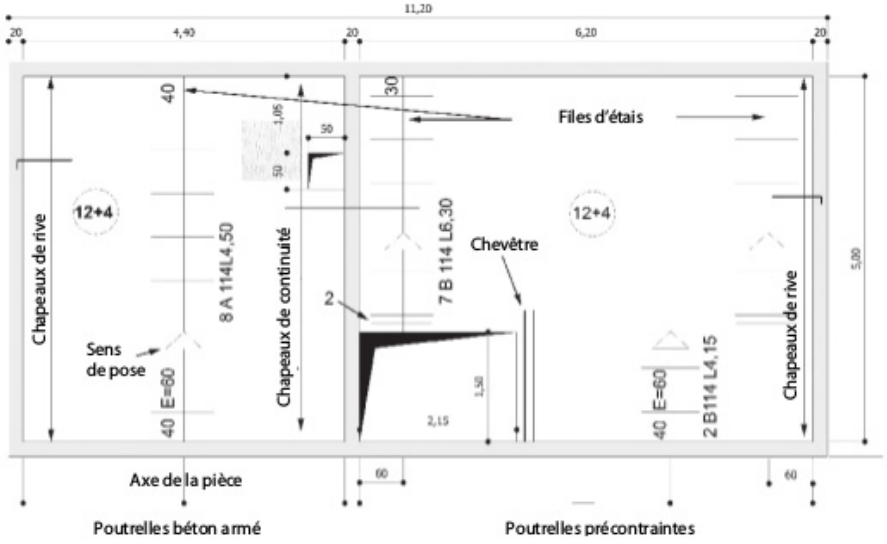
Lorsque les poutrelles sont positionnées face à face contre un mur de refend ou une poutre, les chapeaux sont des barres droites partagées en deux parties égales sur les poutrelles en vis-à-vis. Et on pose le treillis soudé sur toute la surface.



Plan de pose d'un plancher préfabriqué

Sur un tel plan on trouve à la fois les indications :

- de coffrage ;
- d'étaiement ;
- d'armature.



Les poutrelles sont repérées selon cet exemple : 8 A 114 L 4,50.

- 8 : ce premier chiffre indique le nombre de poutrelles ;
- A : indique la zone (dans le plan donné comme exemple, il y a deux zones : A et B) ;
- 114 : les deux premiers chiffres (11) donnent la hauteur de la poutrelle, le dernier (4) indique le nombre de fils de précontrainte ou d'aciers porteurs ;
- L 4,50 : cette dernière indication est celle de la longueur de la poutrelle.

L'axe de la première poutrelle (zone A ou B) se fait à 40 cm du nu de l'appui. Et l'entraxe des poutrelles est de 60 cm (E = 60).

Ainsi, en zone A, deux poutrelles encadrent le passage de 50 × 50 cm (trou d'homme pour l'accès au vide sanitaire).

Le chevêtre est évité et, en partie B, un doublage des poutrelles jouxte la trémie d'escalier.

Les positions des files d'étais sont indiquées et cotées.

À savoir

La pose des poutrelles précontraintes nécessite deux files d'étaiement à 50 cm des appuis, tandis que les poutrelles en BA sont étayées en leur milieu (ou plus si la longueur le nécessite).

Les armatures représentées sur le plan du plancher sont uniquement celles de la dalle de répartition et les renforts pour chevêtres et trémies. Leur représentation et leur repérage sont conformes aux règles habituelles régissant les plans d'armatures. Toutefois, il est à noter que les panneaux de treillis soudé sont rarement représentés, bien que la quantité nécessaire figure sur le document de synthèse.

Nomenclature d'un plancher

Distributeur **Plancher** Fournisseur — **PLAN DE POSE** — DOSSIER N°

Entreprise _____ — Architecte : _____

Chantier : _____ — Ingénieur

Bâtiment _____ plancher sur VS — Bureau de contrôle

NOMENCLATURE DES POUTRELLES					LINÉAIRE TOTAL	
Ref	Vide	L béton	Nbre	Type	Type	
A	4,40	4,50	8	114	114	44,20
B	6,20	6,30	7	125	125	44,10
	4,05	4,10	2	114		

Montage	Entrevous	Nbre
Désignation dimension et nombre		
Iso 4vl 18	12 60 53	
Poids entrevous		
Poids poutrelles		
POIDS TOTAL kg		
SURFACE HO m2		

TREILLIS SOUDÉ	Type	Nbre
Désignation et nombre		
Panneau		
POIDS 162 kg	SURFACE 150 m2	

Charges en daN/m2 : EXPLOIT 150 daN/m2 ; Perman 100 daN/m2 ; TOTAL 250 daN/m2

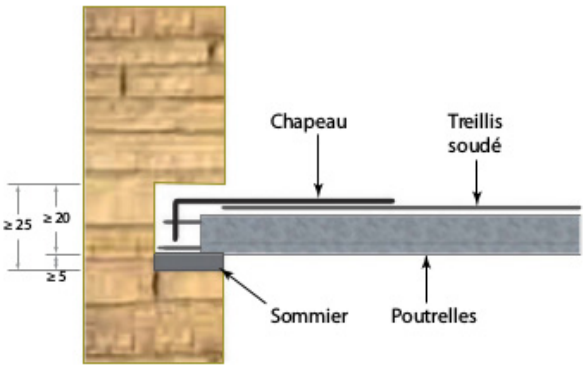
CHAPEAUX	Nbre
HA Désignation et nombre	
HA	
CH 2 X 10 Long 6,00 m	

DALLE DE COMPRESSION
Dosage ciment : 350 kg/m3
épaisseur : 4 cm
béton à couler hors chaînage _____

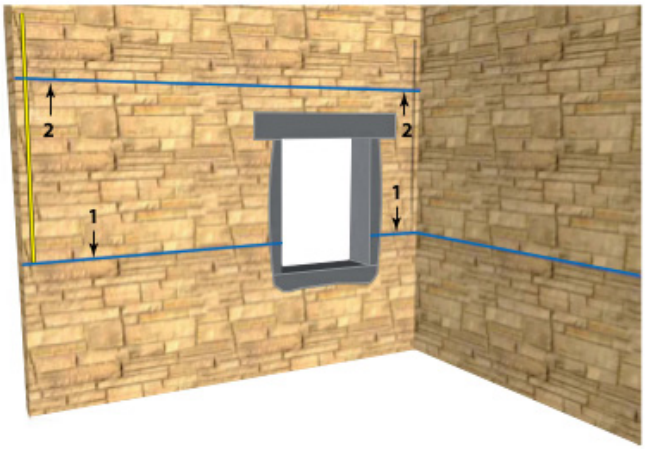
DATE
Le _____
fait à
_____

Plancher poutrelles-hourdis en rénovation

Pour la création d'un plancher poutrelles-hourdis dans des murs déjà construits, le plancher doit être encastré dans les murs par l'appui des poutrelles sur des sommiers créés dans les murs. Le ferraillage, mis à part les chaînages de rive, est identique à une dalle normale : treillis soudé sur toute la surface et chapeau sur chaque poutrelle.

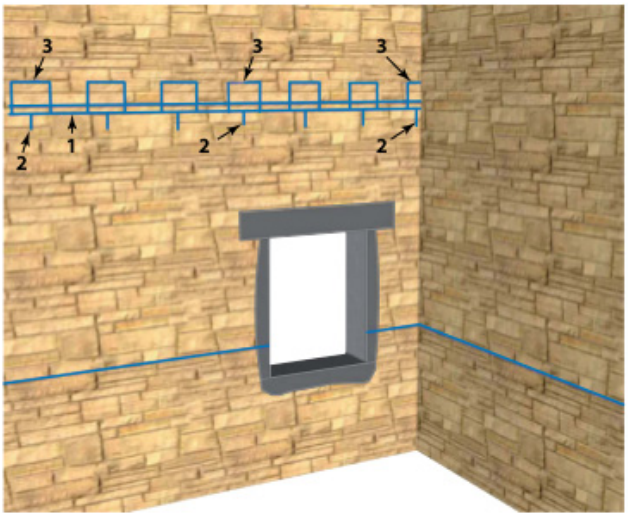


À partir du trait de 1 m [1], tracer la sous-face du plancher [2] (dessous des poutrelles).



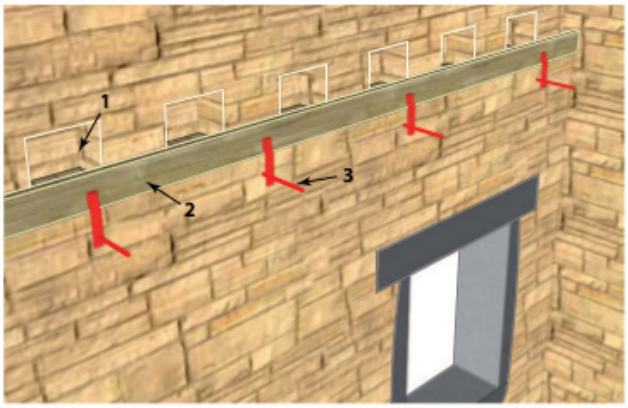
Préparer le percement du mur à l'emplacement des poutrelles :

- depuis la sous-face du plancher, descendre de 5 cm [1], ce trait correspond à la base des trous ;
- tracer l'axe de toutes les poutrelles [2], en règle générale tous les 60 cm ;
- effectuer le traçage des percements [3] : 30 cm de large par 25 cm de haut suivant la hauteur des poutrelles.

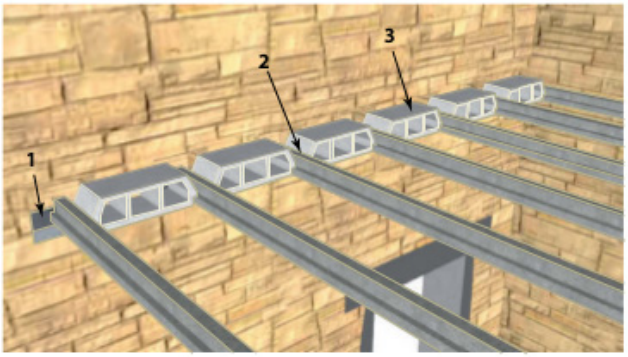


Monter un échafaudage et percer les réservations aux dimensions tracées [1]. Puis coffrer les sommiers à l'aide d'une planche [2] maintenue par des chevillettes (pattes à coulisse) [3].

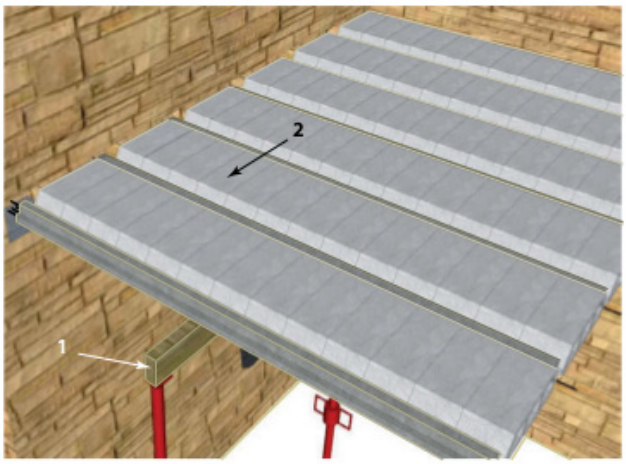
Couler un mortier dosé à 350 kg/m^3 et vibré pour créer les sommiers.



Dès que les sommiers [1] sont secs, poser les poutrelles [2] en commençant contre le mur, le repos du talon doit être de 5 cm. Placer un hourdis [3] entre les poutrelles permet de régler et conserver l'espacement correct.



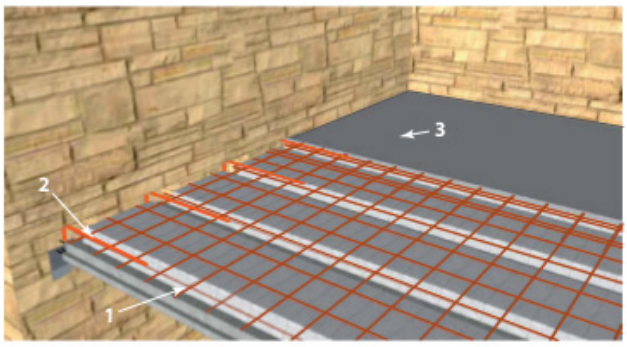
Étayer sous les poutrelles [1] et combler les vides entre poutrelles par les hourdis [2].



Ferrailler la dalle de compression :

- un treillis soudé sur toute la surface [1] ;
- des chapeaux [2] sur chaque extrémité de poutrelle pénétrant dans les réservations.

Couler la dalle de compression [3].



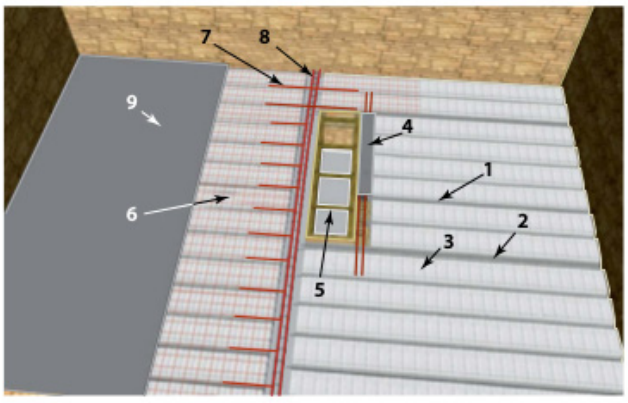
Dans la configuration prise en exemple, le haut du mur de refend a été descendu sur environ 30 cm, puis une arase a été réalisée pour poser le plancher à poutrelles [1] et hourdis [3] sur ce mur de refend. Les poutrelles ne sont donc encastrées que d'un côté.

Des poutrelles doublées [2] sont nécessaires de chaque côté de la trémie [5] et entre celles-ci un chevêtre en béton armé a été réalisé [4].

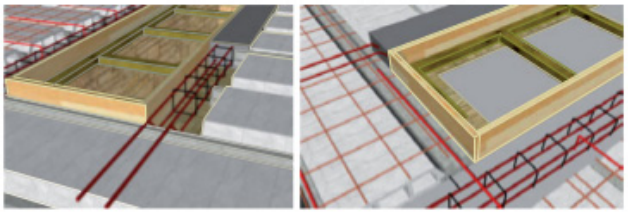
Le ferraillage est composé comme suit :

- un treillis soudé sur toute la surface [6] ;
- des chapeaux [7] : droits lorsque les poutrelles d'une zone à l'autre sont alignées et en équerre dans l'autre cas ;
- un chaînage sur le mur de refend [8].

La dalle de compression [9] sera coulée en place en une seule fois.

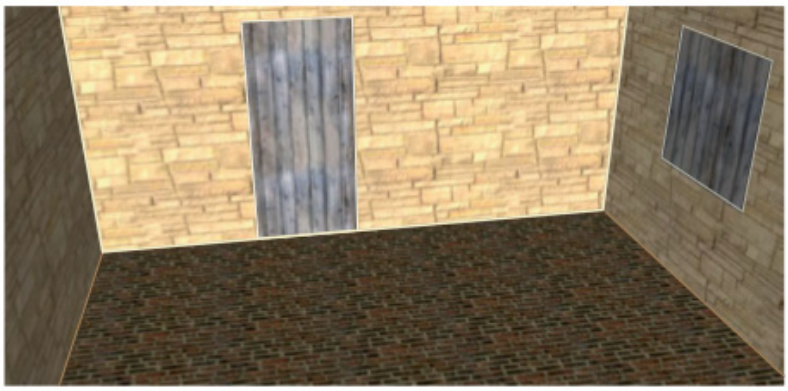


Détails de la trémie d'escalier



DALLE EN BÉTON ALLÉGÉ

Dans cet exemple de réhabilitation, le sol de l'étage est constitué de tomettes en terre cuite et doit être changé.

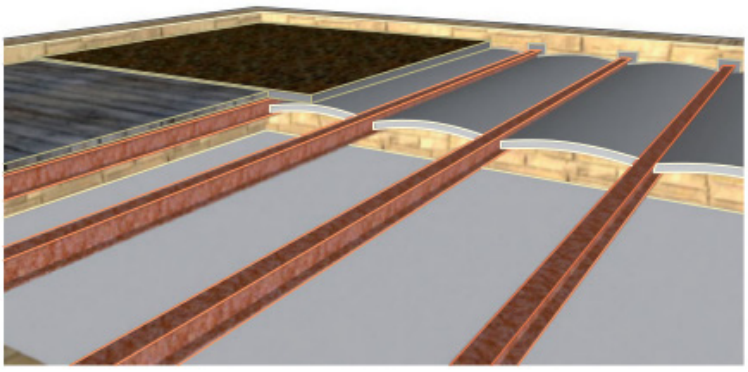


Dans ce genre de construction, on peut rencontrer un type de hourdis fait de chaux venant servir de coffrage perdu entre les poutrelles en fer, ou encore un plancher bois reposant également sur des fers en I.

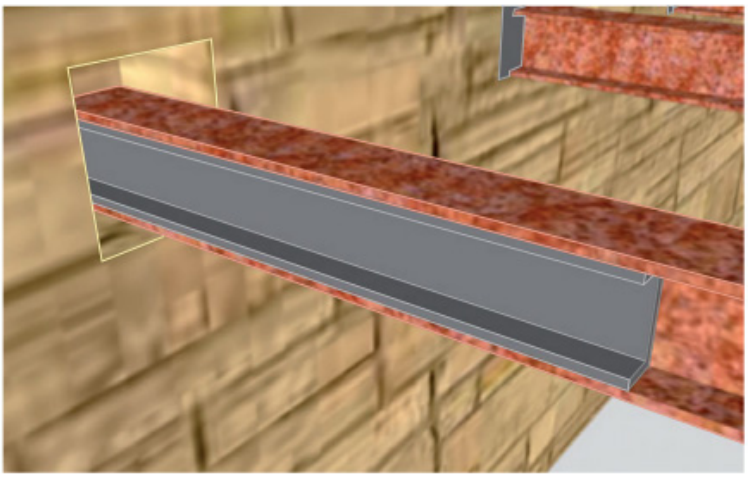
À savoir

Ce système est réalisable également sur un plancher bois d'étage (structure de poutres et solives), mais il faut que toute l'ossature bois soit impeccable et puisse recevoir les 100 kg/ m² de béton allégé.

Pour connaître l'épaisseur et la constitution du plancher, il est bon de démolir une petite partie du sol. La méthode de travail est alors choisie : si le bois est pourri ou si les fers présentent une très forte corrosion, la démolition peut être dangereuse.



Il est particulièrement important de connaître l'état des scellements des poutrelles fer et leur état de corrosion. Il peut être nécessaire de refaire les scellements ou de consolider les fers au niveau du mur en soudant des fers en U à l'intérieur des I.

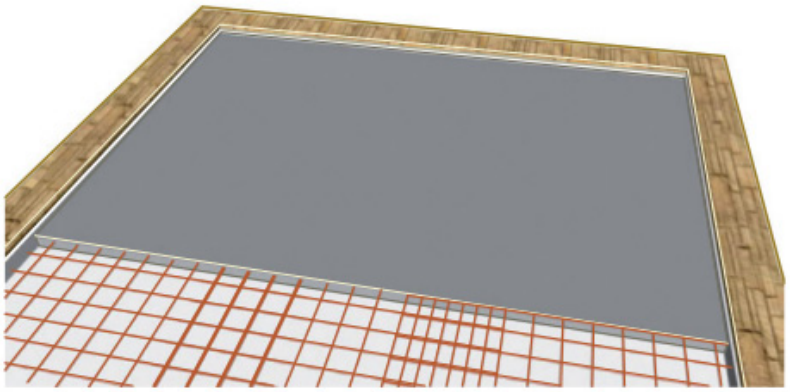


Dans tous les cas il ne faut pas surcharger la structure, aussi il est préférable de couler une dalle en béton léger : la densité d'un béton classique est de 2 200 kg/m³, celle d'un béton à base de billes en polystyrène expansé (PSE) est de 800 kg/m³.

Dans le cas de hourdis : remplir jusqu'au niveau des poutrelles avec des billes d'argile ou de polystyrène puis placer un isolant sur toute la surface.

Dans le cas de planches en bois sur les poutrelles : déposer l'ancien plancher bois (sauf s'il est en bon état) et fermer sur les poutrelles avec des panneaux de contreplaqué pour extérieur (CTBX) puis placer un isolant sur toute la surface.

Ferrailler avec un treillis soudé sur toute la surface. Mettre en place un joint en périphérie de la dalle puis couler le béton allégé.

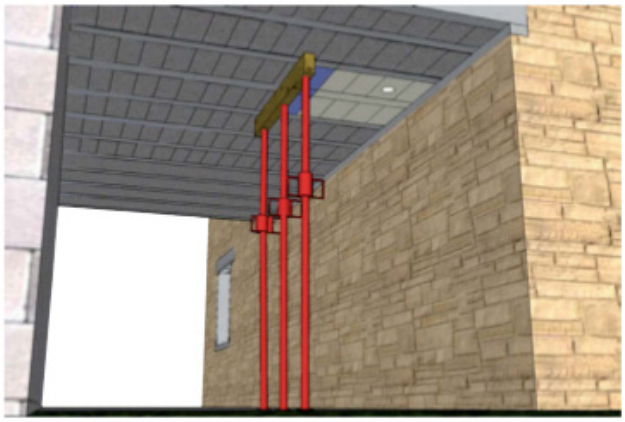


OUVERTURE D'UNE TRÉMIE

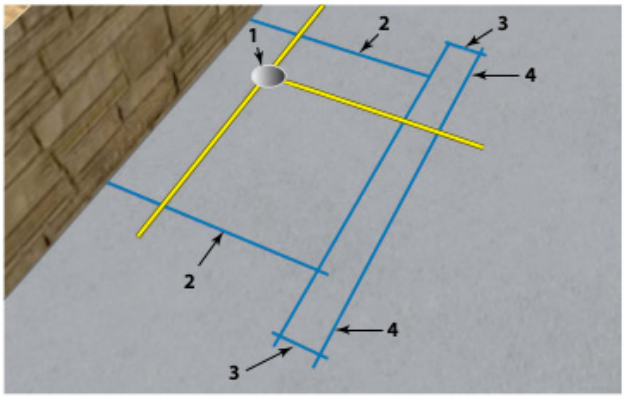
Pour ouvrir une trémie d'escalier dans un plancher poutrelles-hourdis, on vérifie dans un premier temps, par en dessous, quelle poutrelle est à démolir par rapport aux cotes intérieures de la trémie.

Créer un trou dans un hourdis de la partie à démolir pour repérer par-dessus les poutrelles à conserver. Puis étayer les 3 ou 4 poutrelles adjacentes à la trémie avec un

basting placé de chant et des étais métalliques, à 40 cm environ de l'ouverture à créer (pour laisser l'emplacement du futur chevêtre).



À l'aide du trou de repérage [1], tracer la trémie pour arriver, dans le sens longitudinal de la trémie, juste le long des deux poutrelles à conserver [2].
Dans la largeur de la trémie, ajouter 30 à 35 cm pour pouvoir faire le chevêtre dans le sens transversal [3].
Tracer, pour l'appui du chevêtre, un débord par rapport à la trémie de 50 cm en longueur pour le dégarnissage de la dalle de compression [4].

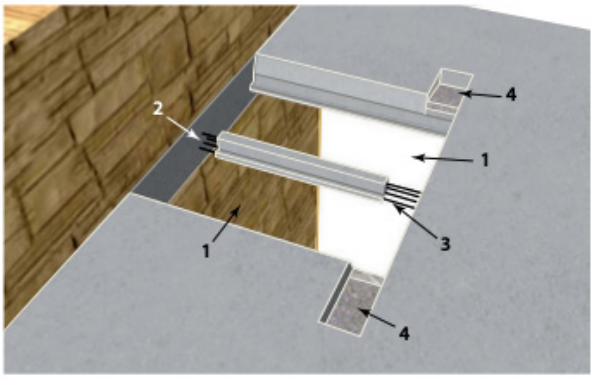


Démolir la trémie :

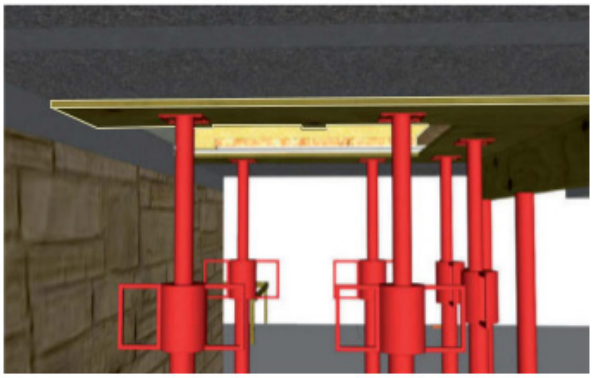
- supprimer les hourdis [1] ;
- casser la poutrelle côté mur, sans couper les aciers [2] ;
- casser la poutrelle côté chevêtre ;
- couper les aciers à 30 cm du chevêtre [3]. La poutrelle tombe mais est retenue par les fers côté mur ;
- couper les aciers côté mur pour finir de supprimer la poutrelle.

Dégarnir la dalle de compression sur 30 cm de large et 50 cm de long en conservant le treillis soudé [4].

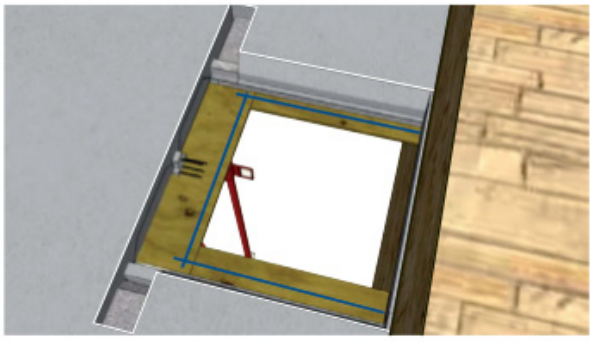
Dégarnir le chaînage du mur au niveau des deux poutrelles délimitant la trémie, en gardant les aciers.



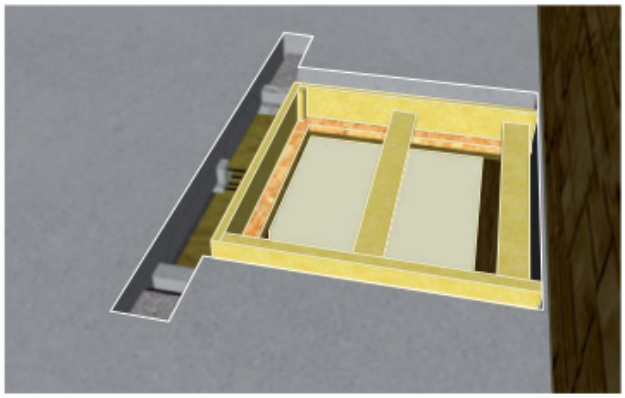
Pour coffrer la trémie, étayer avec des panneaux de planches ou de contreplaqué (50 cm de large) en les bloquant avec des étais sous le plancher.
Puis étayer la partie du coffrage portant dans le vide, tout en restant de niveau.



Tracer sur ces panneaux la trémie finie.



Coffrer les arrêts avec des planches de hauteur supérieure ou égale à la hauteur du plancher total. Caler ces arrêts puis ferrailler.



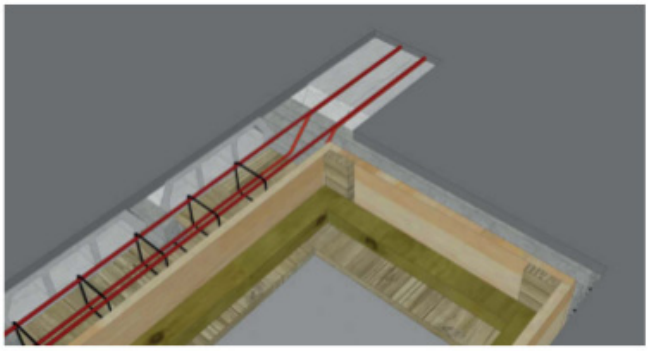
Poser une armature de chevêtre préfabriquée, réglable en longueur. Celle-ci doit porter sur les parties dégarnies de chaque côté.

Placer deux barres de 10 le long des poutrelles situées de part et d'autre de la trémie, depuis le chaînage du mur dégarni jusqu'au chevêtre.

Attention

Si la trémie à réaliser est prévue pour un escalier béton, penser à positionner des fers d'attente HA 10, pris dans le chevêtre et dépassant de 80 cm à 1 m.

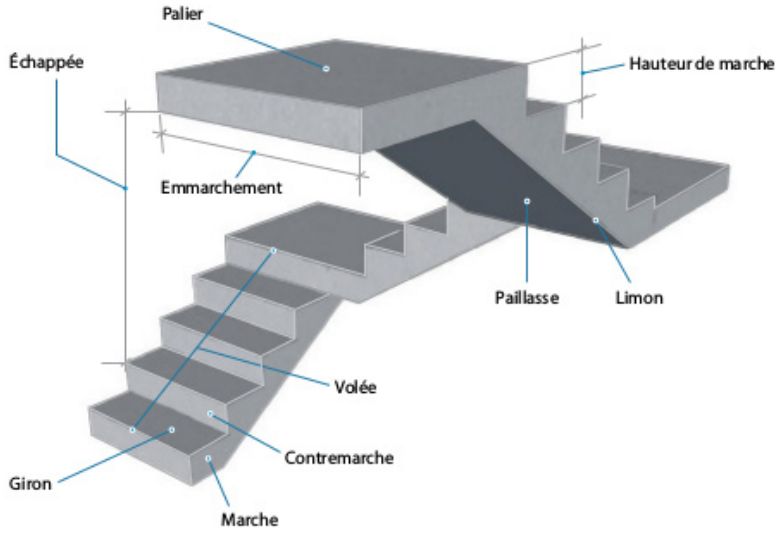
Couler un béton dosé à 350 kg/m³ sur le pourtour de la trémie.



Escalier droit

PRINCIPE DE RÉALISATION

Terminologie de l'escalier



Le vocabulaire de l'escalier présente un certain nombre de termes spécifiques avec lesquels il est bon de se familiariser :

- échappée : hauteur libre depuis tout point de l'escalier, nécessaire au passage ;
- emmarchement : largeur d'un escalier. Ce terme peut désigner aussi un ensemble de marches ;
- contremarche : partie verticale de la marche ;
- giron : largeur de la marche mesurée sur la ligne de foulée. Cette largeur est identique pour toutes les marches ;
- hauteur de marche : différence de niveau entre deux marches (donc hauteur d'une contremarche) ;
- ligne de foulée : ligne virtuelle empruntée par l'utilisateur, à l'axe de l'escalier ou, si l'emmarchement est de plus de 1 m, à 50 cm de la rampe. Son dessin est impératif dans les escaliers balancés : les girons doivent tous être égaux le long de cette ligne ;
- limon : ossature qui supporte les marches de l'escalier. Dans un escalier béton l'ensemble des marches fait en même temps limon ;
- marche : partie horizontale sur laquelle repose le pied et qui permet de franchir les différents niveaux ;
- paillasse : dalle inclinée supportant un escalier (épaisseur de béton, au minimum 10 cm, comprise entre l'angle rentrant de la marche et la sous-face) ;

- palier : plate-forme en bout d'une volée d'escalier. On distingue les paliers principaux (aux différents étages) et les paliers de repos (entre deux étages) ;
- volée : partie comprise entre deux paliers.

Calcul des dimensions des marches

Un escalier se monte et se descend facilement lorsque son giron se situe autour de 28 cm et la hauteur de marche de 16,5 à 17 cm environ.

Mais ces cotes ne peuvent pas toujours être respectées, surtout en rénovation, car elles dépendent de deux données : la hauteur à monter (hauteur entre les sols finis) et la longueur disponible. Quand cette dernière est insuffisante pour permettre un escalier droit, celui-ci peut être réalisé avec un palier intermédiaire ou bien on envisage un escalier à marches balancées voire hélicoïdal.

Relation de Blondel

Cette formule permet de calculer un escalier agréable à emprunter :

$$60 < 2h + g < 65$$

où h est la hauteur de la contremarche et g le giron.

Cette relation entre h et g est basée sur la longueur moyenne du pas d'un homme. Une hauteur trop faible est dangereuse en descente ; une hauteur trop forte est très fatigante et dangereuse en montée.

Nota : dans les lieux publics, la hauteur maximale des marches est de 16 cm et le giron est au minimum de 28 cm.

On prend ici pour exemple la montée d'un garage à l'habitation (sur vide sanitaire) présente une différence de 1 m entre les planchers finis, avec une longueur disponible de 1,40 m. On prévoit la réalisation d'un escalier droit. Le sol brut du garage est – 6 cm du sol fini ; le sol brut de l'habitation est à – 4 cm du sol fini.

Les calculs sont les suivants :

- le nombre de marches si on prévoit une hauteur de marche de 17 cm est de : 100 / 17 = 6 (en arrondissant) ;
- la hauteur exacte des marches est de : 100 / 6 marches = 16,66 cm ;
- le nombre de girons est celui du nombre de marches – 1, soit 5 ;
- la longueur des girons sur 1,40 m peut être de : 140 / 5 girons = 28 cm ;
- on vérifie la relation de Blondel : (2 × 16,66) + 28 = 61,32 ; ce chiffre est bien compris entre 60 et 65 donc l'escalier est correctement dimensionné.

Traçage

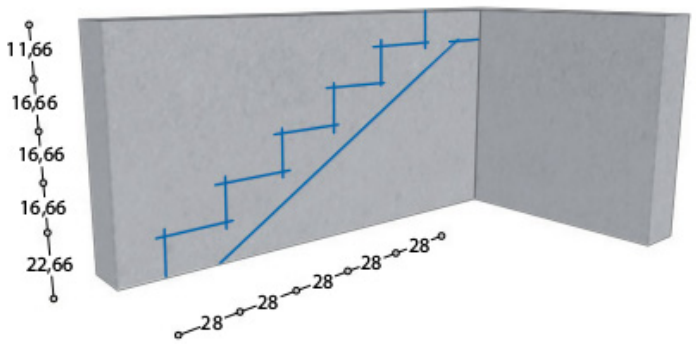
Le traçage des marches doit être réalisé avec soin : une fois calculées, la longueur du giron (en général 26 à 30 cm) et la hauteur (en général 15,5 à 18 cm) sont identiques pour toutes les marches.

Pour plus de précision, le traçage se travaille en cotes cumulées c'est-à-dire que l'on garde le zéro du mètre à son point de départ et on trace tous les repères voulus (par exemple, pour les girons : 28, 56, 84, etc.).

Attention à la différence entre sol brut et sol fini : la première et la dernière marche n'ont pas la même hauteur brute que les autres.

Dans l'exemple suivi :

- à partir du sol brut du garage, la première marche doit faire 16,66 + 6 cm de réserve au niveau garage pour la chape = 22,66 cm de hauteur ;
- la dernière marche doit faire 16,66 – 5 cm = 11,66 cm de hauteur jusqu'au sol brut de l'habitation.



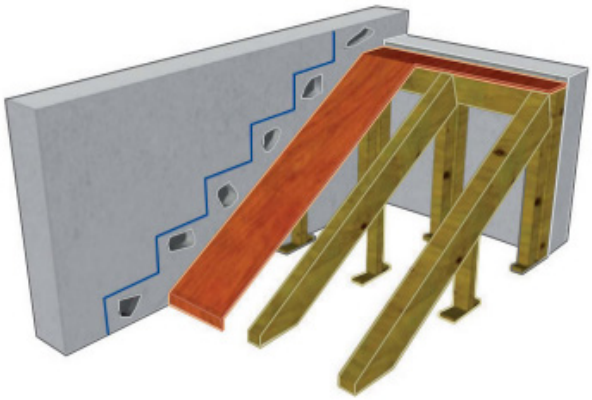
Échappée

Pour toute réalisation d'escalier il est absolument essentiel de s'assurer, lors du dessin de l'escalier, de l'échappée disponible, c'est-à-dire de la hauteur libre depuis tout nez de marche de l'escalier. L'échappée doit être d'au moins 2 m.

Coffrage de la paillasse

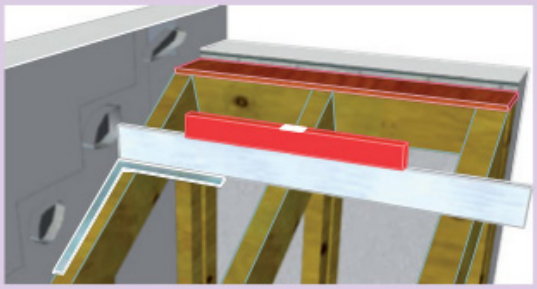
Après le traçage, percer les blocs de béton afin d'accrocher l'escalier au mur d'échiffre (mur qui supporte un escalier) puis réaliser le coffrage :

- régler de part et d'autre de l'emmarchement deux chevrons de 6 × 8 cm au trait de la paillasse moins l'épaisseur du contreplaqué. Bloquer à l'aide de chandelles et de coins pour faciliter le décoffrage ;
- régler le chevron du milieu par rapport aux autres ;
- créer l'arrêt de la première marche ;
- placer le contreplaqué en deux morceaux ou en laissant un joint de papier ou autre aux extrémités afin de décoffrer facilement ;
- huiler le coffrage.



À savoir

Dans une pente, la prise de niveau entre deux points doit obligatoirement se faire d'équerre.

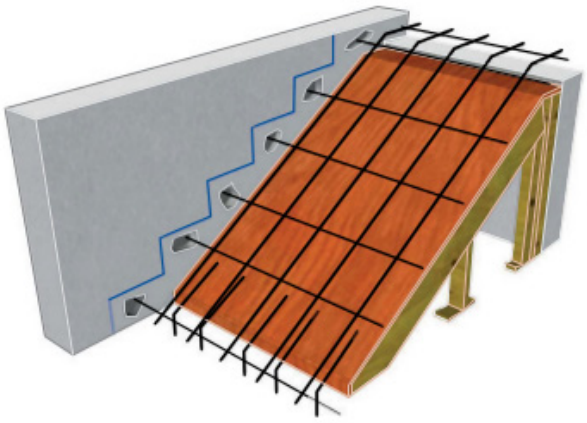


Armature de la paillasse

Replier les aciers d'attente de la dalle du niveau bas, s'ils ont été prévus, sinon percer et sceller des barres.

Placer 5 barres HA de 10 dans le sens longitudinal.

Croiser 6 barres HA de 8 en les faisant pénétrer dans les blocs du mur d'échiffre.



Coffrage des contremarches

Choisir des planches de 4 cm d'épaisseur et de la longueur de l'emmarchement (1,40 m). En couper quatre à 16,66 cm de haut, une à 22,6 cm de haut pour la première marche et une à 11,6 cm pour la dernière marche, on a ainsi les contremarches [1]. La longueur théorique est de 1,40 m, prévoir les coupes 1 à 2 mm supérieures afin de forcer légèrement contre la joue de coffrage latérale.

Clouer des planches coupées en biseau [2] au dos de ces contremarches, à chaque extrémité, pour faire butée.

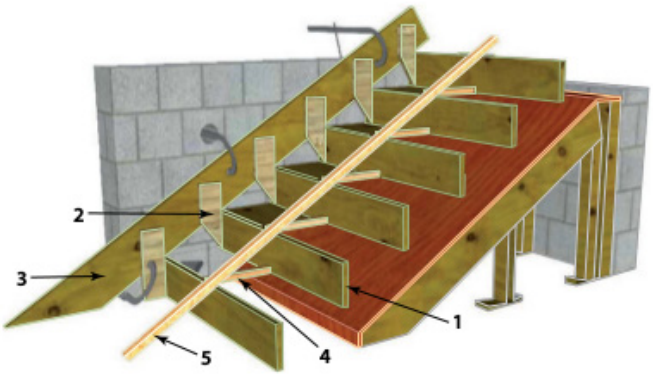
Une planche [3] est positionnée sur chaque mur d'échiffre pour accueillir ces butées et permettre leur réglage.

Commencer par la marche du bas : placer la contremarche, régler et clouer les butées de chaque côté.

Procéder de même pour les autres marches.

Placer les butons horizontaux [4], du haut de la contremarche inférieure au bas de la supérieure. Dans cet exemple, sur 1,40 m de large, un buton à l'axe suffit.

Placer les butons en biais [5] pour maintenir le haut des contremarches.



Détails des butons

Coulage

Le coulage se fait en montant, avec un béton dosé à 350 kg/m³, très peu mouillé. On remplit les marches de béton en vibrant régulièrement.

La hauteur du béton se règle une fois l'ensemble coulé. Toujours en commençant par le bas, on tire la règle sur les marches afin d'avoir un aspect propre et de niveau.

Si la finition est nette de décoffrage, on procède comme pour les seuils ou appuis de fenêtre avec la réalisation d'un lissage (voir chap. 9, § appui coulé en place). Dans ce cas, il faut aussi arrondir les nez de marche à l'aide d'un fer à boudin.

EXEMPLE D'ESCALIER DROIT

Dans la grange rénovée prise en exemple, les données et le calcul des marches sont les suivants :

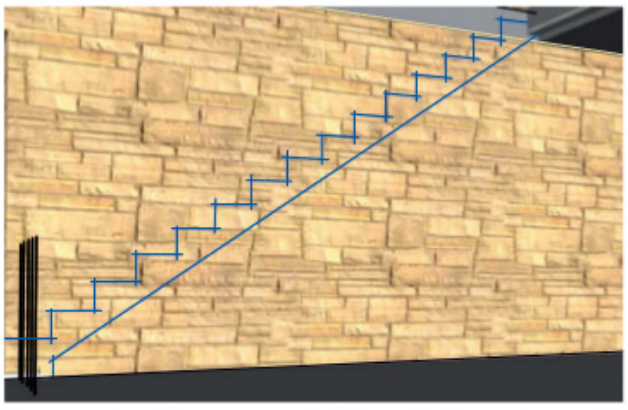
- la hauteur à monter entre les sols finis est de 2,77 m ;
- le nombre de marches est : 277 / 17 cm (hauteur pressentie pour les marches) = 16 (en arrondissant) ;
- la hauteur exacte d'une marche est donc de : 277 / 16 = 17,3 cm ;
- le nombre de girons est de 16 – 1 = 15 ;
- la longueur disponible est 3,90 m donc la longueur des girons peut être de : 390 / 15 = 26 ;
- on vérifie la relation de Blondel (2 × 17,3) + 26 = 60,6, qui est bien compris entre 60 et 65 cm.

Vu la longueur de cet escalier, l'épaisseur de la paillasse est dimensionnée à 12 cm.

Le béton du dallage du garage et de la dalle de l'habitation est brut. On prévoit une réserve de 6 cm pour la chape et la finition. L'escalier est coulé avec une réserve de 1 cm pour ajouter une finition collée. Aussi la hauteur brute de la première marche est de 17,3 + 6 – 1 = 22,3 cm et celle de la dernière marche 17,3 – (6 + 1) = 10,3 cm.

Nota : les fers d'attente ont bien été placés, en partie basse dans le dallage et en partie haute dans la dalle.

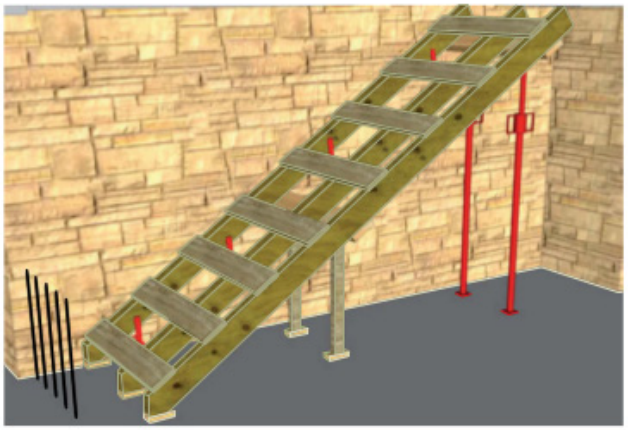
Le traçage de l'escalier est réalisé.



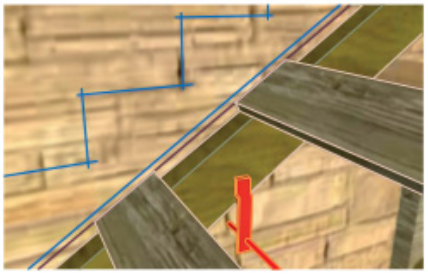
L'étaiement est constitué de bastings posés sur des étais et chandelles. Ceux-ci recevront des planches positionnées tous les 30 cm environ.

Attention

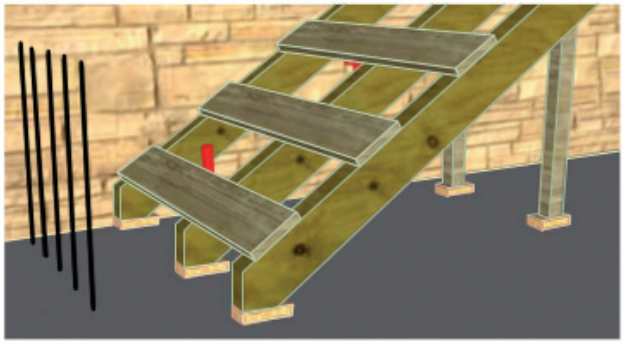
Le coffrage est prévu plus large que l'escalier lui-même afin de pouvoir positionner, du côté opposé au mur d'échiffre, le coffrage latéral.



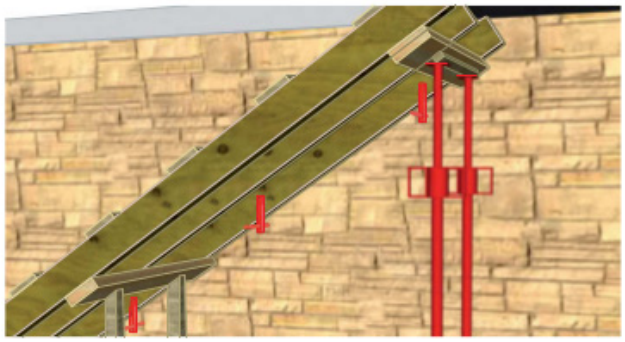
Le premier basting est placé contre le mur à la hauteur de la paillasse finie moins l'épaisseur du contreplaqué et d'une planche. Il est maintenu au mur par des chevillettes.



En partie basse, les chandelles et bastings sont réglés en hauteur par des coins en bois ce qui permettra un décoffrage aisé.

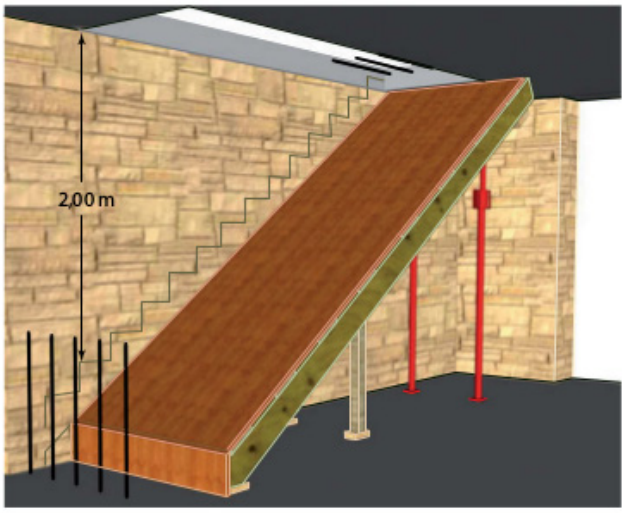


En partie haute, les étais sont maintenus par une latte clouée sur le support.

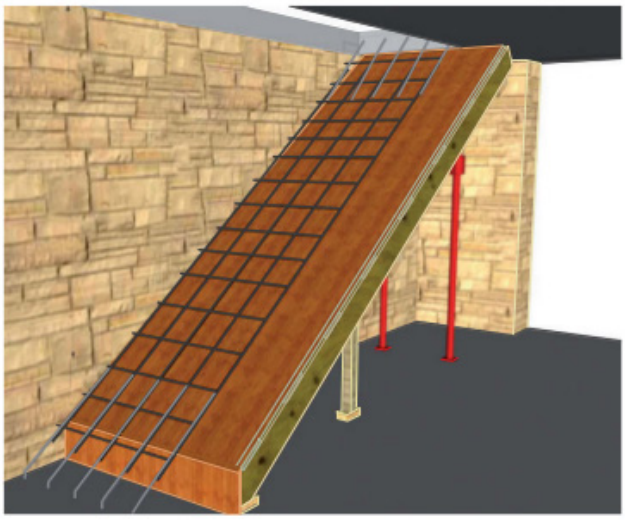


Coffrage de la paillasse est créé à l'aide d'un contreplaqué de 15 mm d'épaisseur qui garantira une finition nette.

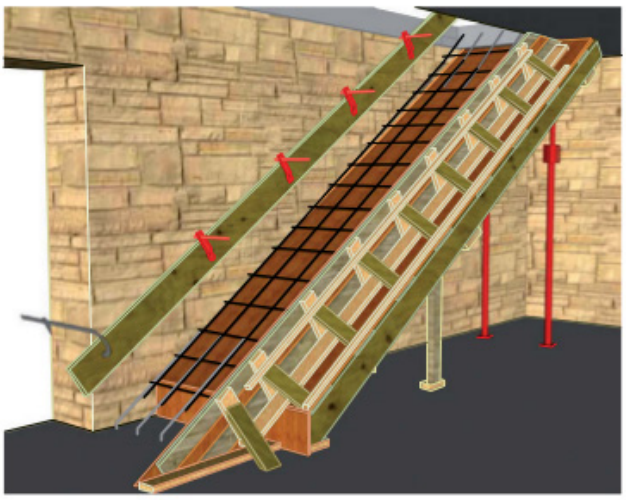
La hauteur de l'échappée a été vérifiée, elle est de 2 m.



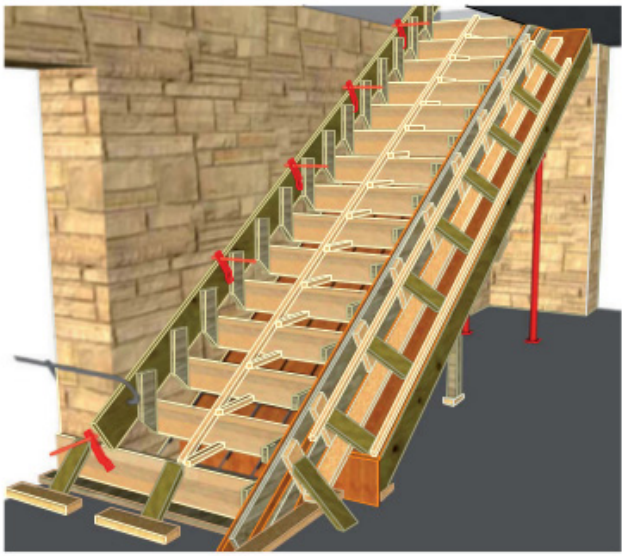
Le ferraillage est composé de 5 barres HA 10 d'une longueur de 4 m dans le sens longitudinal et de 15 barres HA 8 dans le sens transversal, avec un espacement d'environ 25 cm.



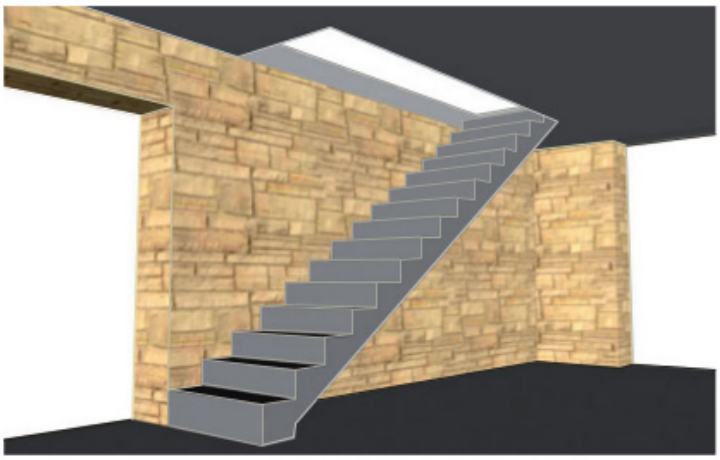
Sur le mur d'échiffre on place une planche surélevée d'une épaisseur de contremarche, maintenue par des serre-joints et chevillettes. De l'autre côté, une joue formée d'un panneau suffisamment haut est bloquée par butées et butons tous les 40 cm.



Les contremarches sont posées de niveau et d'équerre, clouées ou vissées sur la joue et sur la planche côté mur. Elles sont calées en leur milieu par des butons (voir plus haut) qui sont enlevés après le coulage et avant le talochage.



Couler comme indiqué plus haut, le décoffrage total s'opère après 28 jours.



Rejointoiement d'un mur en pierre

Le nettoyage des joints existants se fait par sablage ou hydrosablage ou au jet d'eau haute pression, martelet et brosse métallique.

S'il reste quelques éléments de ciment ou chaux sur la pierre, une solution d'acide chlorhydrique dilué à 10 % peut être essayée (porter impérativement de bons gants en caoutchouc).

Il est nécessaire de dégager les joints sur 1 à 3 cm de profondeur, afin de permettre l'accrochage du mortier.

Éliminer toutes les parties pulvérulentes, remplacer les pierres manquantes.

Important

Avant toute réalisation de rebouchage ou jointoiement, mouiller la veille le mur à refus (jusqu'à ce que l'eau ne soit plus absorbée par la pierre et le mortier) et remouiller avant la mise en œuvre.

L'ancien mur est certainement maçonné à la chaux. Si cela est le cas, reboucher les joints trop creux ou les trous au mortier bâtard (3 volumes de sable 0/5 pour 1/2 volume de chaux grise + 1/2 volume de chaux blanche) en laissant 5 mm d'épaisseur en retrait pour la finition (laisser 1 cm si vous désirez des joints moins larges car les pierres sont bombées en surface).

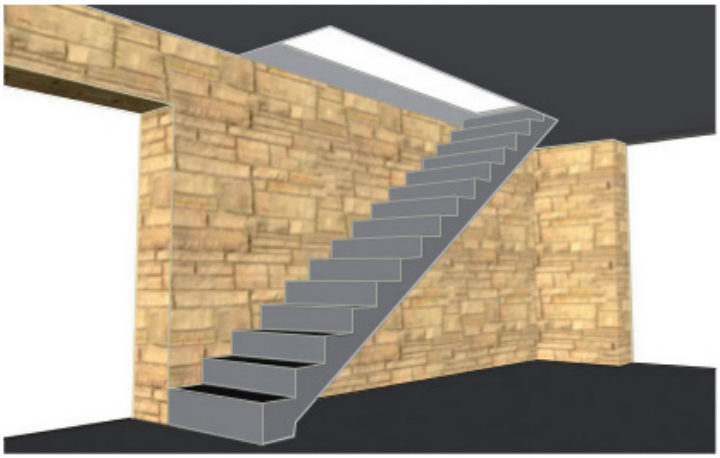
Réaliser les joints à la truelle langue de chat avec un enduit minéral à la chaux grasse.

Après quelques heures de séchage, brosser les joints et nettoyer les pierres à la brosse métallique.

Le savoir-faire du maçon

Pour donner l'aspect blanc sable, repasser sur les joints un mortier de finition (3 volumes de sable tamisé pour 1 volume de chaux blanche) à la petite truelle. La finition se fait au pinceau sur des joints minces ou à la balayette sur des joints larges.

Joints larges ton pierre

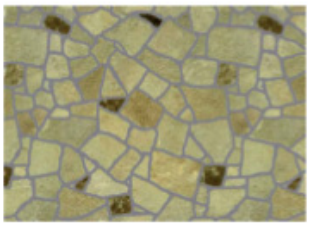


Simulation de coloris

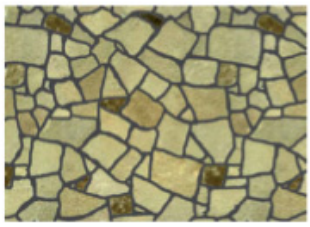
Il existe toute une gamme de coloris chez les fabricants d'enduit prêt à l'emploi. Selon la teinte choisie, l'effet produit sera bien différent.

Mur en *opus incertum* (disposition aléatoire, sans assises réglées) avant la réfection des joints

Mur avec joints minces coloris ton pierre



Coloris gris clair



Coloris gris foncé

LEXIQUE

(Nota : les termes en italique sont définis dans le présent lexique.)

About ■ extrémité d'une pièce.

Adhérence ■ force qui empêche le glissement de deux matériaux l'un par rapport à l'autre.

Allège ■ partie de mur située sous une ouverture, de l'appui jusqu'au plancher.

Ancrage ■ extrémité d'une armature d'acier à béton, courbée ou non, dont le rôle est d'assurer une *adhérence* suffisante.

Appui simple ■ en statique, appui ne transmettant des efforts que dans une direction. (Voir aussi *encastrement*.)

Arase ■ ouvrage servant à aplanir et mettre à la hauteur ou la position voulue un haut de mur, un *rampant* de *pignon*, etc. Par extension, cette surface elle-même.

Arête ■ planche servant de guide pour le dressage de l'enduit.

Arrachement ■ réservation dans un mur de pierre, pour le raccordement ultérieur avec un autre pan de mur. Le mot désigne aussi, à l'inverse, des pierres en saillie (*harpe*) destinées à ce même rôle de raccordement.

Assise ■ dans un mur, ensemble des éléments formant une rangée horizontale.

Banche ■ élément de *coffrage*, métallique ou en bois, servant à la réalisation d'un béton banché (mur en béton armé).

Basting ■ pièce de bois d'assez forte section (autour de 60 × 170) et d'au moins 2 m de longueur.

Boutisse ■ pierre dont la plus petite face est en parement. Synonyme : *moellon* de (longue) *queue*.

Broche ■ élément horizontal supportant des cordeaux pour la réalisation d'une implantation (voir *chaise d'implantation*) ou le montage d'un mur.

Buton ■ élément horizontal ou oblique, généralement comprimé, servant à bloquer les joues d'un *coffrage*, les pièces d'un étaiement, etc.

Cadre ■ dans un *ferraillage* de *poutre* ou *poteau*, armature transversale servant à relier les aciers longitudinaux.

Calepiner ■ prévoir la répartition d'éléments de construction (calepiner des blocs de béton, un carrelage, etc.). Le dessin obtenu se nomme calepinage.

Carreau ■ pierre dont la plus longue face est en parement. Le carreau est aussi appelé *moellon* maigre en *queue*.

Chaînage ■ renfort continu en béton armé visant à renforcer une maçonnerie.

Chaise d'implantation ■ élément en bois constitué de montants fichés dans le sol et d'une traverse, la *broche*, sur laquelle sont établis des repères et fixés des cordeaux.

Chant ■ épaisseur d'une pièce de bois. Une pièce de chant est posée sur sa face étroite.

Chape ■ dalle de mortier de faible épaisseur (quelques millimètre à 6 cm selon le type de chape).

Chapeau ■ pièce d'armature située dans le *lit* supérieur d'un *ferraillage*.

Charge permanente ■ charge ne variant pas (poids d'un mur sur une fondation, poids d'un plancher sur un mur, etc.).

Charge ponctuelle ■ charge pouvant varier (mobilier, personnes utilisant l'édifice).

Chas ■ platine carrée du fil à plomb dans laquelle passe le cordeau.

Chemin ■ bande de mortier dressée pour la réalisation d'une *chape* ou d'un enduit. Synonyme : *guide*.

Chevêtre ■ dans une *trémie*, *poutre* reliant les *solives* d'enchevêtrure (de part et d'autre de la trémie) et reprenant le plancher adjacent à la trémie.

Chevron ■ pièce de bois de section moyenne (60 à 120 mm) et carrée ou proche du carré.

Cisaillement ■ contrainte produite par un *effort tranchant*.

Coquille ■ élément de *coffrage* semi-cylindrique ou en L servant, par l'assemblage de deux coquilles, à couler par exemple un *poteau* cylindrique ou rectangulaire selon le cas.

Coffrage ■ ouvrage en bois ou en métal qui sert de moule et donne la forme au béton frais, jusqu'au durcissement de celui-ci.

Coffrage perdu ■ coffrage qui n'est pas enlevé mais devient partie intégrante de l'ouvrage maçonné (ex. : le bloc béton à bancher).

Compression ■ application d'une force qui tend à réduire le volume de la pièce sur laquelle elle s'exerce.

Contrefiche ■ pièce d'étaiement installée obliquement pour résister à une poussée.

Contremarche ■ partie verticale d'une marche.

Coup de sabre ■ superposition ou décalage insuffisant des joints verticaux d'un mur fragilisant sa structure.

Couvertine ■ élément de protection et d'étanchéité du couronnement d'un mur.

Damer ■ compacter.

Décoffrage ■ démontage du *coffrage* d'un ouvrage coulé en béton. On appelle net de décoffrage un béton obtenu par un coffrage en contreplaqué ou métal, son parement est lisse, et brut de décoffrage un béton coffré dans des planches, le parement est moins lisse.

Dégauchir ■ redresser une pièce cintrée, créer une surface plane sur un matériau.

Déharpement ■ gradinage en extrémité de mur (l'assise la plus basse est assez longue puis les suivantes de plus en plus courtes) dans l'attente de la construction du plein mur.

Démaigrir ■ ôter une faible épaisseur de matière.

Dilatation ■ augmentation de volume d'un matériau sous l'effet de la chaleur.

Dormant ■ le dormant d'une fenêtre est la partie du cadre qui est fixée dans le mur donc reste fixe, par opposition à l'ouvrant.

Ébousinage ■ suppression des parties friables ou terreuses d'une pierre (ébousiner : cette action).

Ébrasement ■ évasement d'une ouverture vers l'intérieur (les *tableaux* sont obliques par rapport au plan du mur).

Échappée ■ hauteur libre depuis tout point d'un escalier, nécessaire au passage.

Effort tranchant ■ sollicitation par une force tangente à une surface (ex. : un effort tranchant s'exerce sur la section d'une *poutre* à son point d'appui).

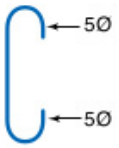
Élévation ■ dessin d'un ouvrage par projection sur un plan vertical (ex. : façade d'une construction).

Emmarchement ■ largeur d'un escalier. Ce terme peut désigner aussi un ensemble de marches.

Encastrement ■ en statique, liaison d'une pièce bloquée dans les trois directions (pas de translation ni de rotation possible).

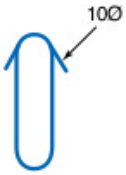
Entretoise ■ pièce assurant l'écartement, généralement positionnée perpendiculairement aux éléments à rigidifier.

Épingle ■ élément d'armature d'acier constitué d'un seul brin.



Étai ■ élément généralement réglable servant à soutenir provisoirement une charge, verticalement ou obliquement.

Étrier ■ élément d'armature d'acier constitué de deux brins.



Faïençage ■ microfissuration superficielle d'un matériau (enduit, mortier…).

Ferme ■ ensemble de pièces triangulées d'une charpente supportant les *pannes* d'une toiture.

Fermette ■ petite *ferme* préfabriquée supportant directement la couverture.

Ferraillage ■ ensemble des armatures d'acier du béton armé.

Feuillure ■ encoche servant à recevoir une pièce (ex. : le *dormant* d'une menuiserie).

Flache ■ dans une pièce de bois massif, dépression sur une arête (généralement une partie d'aubier restant après le sciage de la pièce).

Flambement, flambage ■ fléchissement d'une pièce élancée sous l'effet d'une *compression* exercée dans son axe (ex. : un *poteau* surchargé flambe).

Flexion ■ sollicitation tendant à incurver une pièce de structure.

Foisonnement ■ augmentation de volume d'un matériau pulvérulent qui se trouve aéré par une manipulation (ex. : la terre lors d'un terrassement) ou dont la teneur en eau est augmentée.

Forme ■ en terrassement, couche donnant la surface et le niveau voulu avant la réalisation d'un ouvrage (ex. : forme de pente pour une allée).

Fouille ■ terrassement d'un terrain et résultat de ce terrassement. Le fond de fouille est, par exemple, le niveau bas d'un décaissement en vue d'une fondation.

Fruit ■ inclinaison verticale d'un ouvrage, par exemple d'un mur de pierre pour des raisons structurelles.

Fruit de décoffrage ■ en béton armé, biais réalisé sur l'ensemble de la réservation verticale (dans un mur) ou horizontale (dans une dalle) afin de faciliter le *décoffrage*.

Génoise ■ corniche en tuiles dites canal destinée à protéger la façade des eaux de pluie.

Giron ■ profondeur d'une marche mesurée sur la *ligne de foulée*, de son nez à l'aplomb de la marche suivante. Cette largeur est identique pour toutes les marches d'un escalier.

Gobetis ■ première couche d'enduit, fine et fluide, aussi appelée couche d'accrochage.

Gonflement ■ sous l'effet de certains agents extérieurs, réaction chimique se produisant dans le béton armé et engendrant une dégradation.

Goutte d'eau ■ petite rainure à la sous-face d'un ouvrage (ex. : appui de fenêtre) servant à arrêter le ruissellement de l'eau et à créer un égouttement afin de protéger la partie inférieure de la construction (ex. ■ le mur d'allège sous l'appui de fenêtre).

Guide ■ bande de mortier dressée pour la réalisation d'une *chape* ou d'un enduit, bande de sable façonnée pour dresser un *lit* de sable en vue de la pose de pavés ou dallettes. Synonyme : *chemin*.

Harpe ■ dans un mur de pierre, pierre qui a plus de longueur que celle du dessous et du dessus.

Harpement d'attente ■ dans un mur de pierre, mise en saillie de pierres suffisamment longues pour le futur raccordement d'une autre partie de mur.

Hérisson ■ *forme* constituée de grosses pierres, créant une couche résistante et drainante sous un dallage sur terre-plein.

Hourdis ■ élément de béton armé préfabriqué (dimensions de l'ordre de 50 × 25 cm, épaisseur variable) installé entre les *poutrelles* d'un plancher.

Jalon ■ piquet, ou autre marque, fiché en terre comme repère.

Jambage ■ partie latérale d'une ouverture reprenant l'appui du *linteau*.

Jour de ligne ■ espace entre le cordeau ou le fil à plomb et la surface dont on contrôle l'alignement ou l'aplomb.

Ligne de foulée ■ ligne virtuelle empruntée par l'utilisateur à l'axe d'un escalier ou, si l'*emmarchement* est de plus de 1 m, à 50 cm de la rampe. Son dessin est impératif dans les escaliers balancés : les *girons* doivent tous être égaux le long de cette ligne.

Limon ■ ossature qui supporte les marches de l'escalier. Dans un escalier béton l'ensemble des marches fait en même temps limon.

Linteau ■ élément faisant *poutre* au-dessus d'une ouverture et reposant sur les *jambages*.

Lit ■ 1. face horizontale d'une pierre telle que définie par son lit de carrière, c'est-à-dire selon les couches naturellement empilées de la roche. 2. couche fine d'un matériau donné (ex. : lit de sable).

Liteau ■ pièce de bois de petite section (environ 18 à 40 mm de côté).

Longrine ■ *poutre* en béton armé reposant sur des fondations ponctuelles et recevant un mur.

Mannequin ■ *coffrage* intérieur (c'est-à-dire autour duquel on coule du béton) nécessaire à la réalisation d'une ouverture dans un mur, d'une réservation dans un plancher.

Manuportable ■ panneau de *coffrage* prêt à l'emploi (renforcé de *raidisseurs*) et facilement transportable par un homme.

Moellon ■ bloc de pierre brut, équarri ou taillé, pouvant être manipulé à la main.

Nappe ■ en *ferraillage*, ensemble d'aciers situés dans un même plan horizontal.

Paillasse ■ dalle inclinée supportant un escalier (épaisseur de béton, au minimum 10 cm, comprise entre l'angle rentrant de la marche et la sous-face).

Palier ■ plateforme en bout d'une *volée* d'escalier. On distingue les paliers principaux (aux différents étages) et les paliers de repos (entre deux étages).

Panne ■ *poutre* placée horizontalement sur des *fermes* et supportant les *chevrons*. On distingue la panne faîtière, au faîtage de la toiture, la panne sablière en rive basse et les pannes intermédiaires, réparties entre ces deux points.

Parpaing ■ *boutisse* qui occupe toute l'épaisseur du mur.

Pignon ■ partie triangulaire d'un mur, perpendiculaire au faîtage, qui soutient les *versants* de toiture. On appelle mur pignon l'ensemble de ce mur.

Planelle ■ brique ou bloc de béton protégeant l'*about* d'un plancher.

Plaquette ■ dans un mur en pierre, élément très peu épais permettant de rattraper la hauteur d'*arase*.

Plombée ■ vérification de l'aplomb d'une pièce, d'un ouvrage, etc. (plomber : cette action).

Poids propre ■ sollicitation permanente d'une structure due au poids de la structure même.

Pont thermique ■ point d'une construction où peut avoir lieu une déperdition thermique (ex. : *about* de plancher non isolé, faiblesse ponctuelle dans l'isolant…).

Poteau ■ élément porteur vertical ponctuel.

Poutre ■ élément porteur horizontal et linéaire qui transmet les charges qu'il reçoit à ses appuis.

Poutrelle ■ petite *poutre* métallique et, spécifiquement dans les planchers à poutrelles et *hourdis*, petite poutre en béton armé.

Queue ■ toute la partie d'une pierre entrant dans le mur.

Raidisseur ■ élément d'ossature d'un panneau de *coffrage* assurant sa rigidité, sa résistance sous la poussée du béton.

Rampant ■ plan incliné d'un ouvrage.

Refend ■ mur porteur à l'intérieur d'un bâtiment.

Regard ■ en VRD, ouvrage enterré en béton permettant l'accès à une canalisation.

Rive ■ bord d'une toiture.

Ségrégation ■ séparation des éléments constituant le béton ■ les graviers, plus lourds, se trouvent au fond et le mélange ciment-eau est en surface.

Semelle ■ fondation, on la dit continue, filante ou encore plate lorsqu'elle reprend un mur, et isolée ou ponctuelle lorsqu'elle est située sous un *poteau*.

Solive ■ *poutre* placée dans un plancher et transmettant les charges à des poutres de sections plus fortes ou aux murs.

Sommier ■ appui maçonné ou en pierre pour recevoir une *poutre*, le pied d'un arc…

Tableau ■ face latérale, généralement perpendiculaire au mur, d'une ouverture.

Tablette ■ élément de couronnement d'un muret. (Voir aussi *couvertine*.)

Talonnette ■ amorce en béton ou cale destinée à maintenir la position et à stabiliser le pied d'un *coffrage*.

Tampon ■ couvercle ou plaque d'un *regard*, bouchon d'un tuyau.

Terre végétale ■ couche supérieure du sol contenant les matières organiques nécessaires à la croissance des végétaux. On ne réalise pas de *forme* sur de la terre végétale, susceptible de tassement, elle est décapée et généralement stockée pour être remise en place sur le terrain après travaux.

Têtu ■ gros marteau utilisé pour dégrossir et mettre en place les *moellons*.

Torsion ■ sollicitation d'un élément structurel tendant à provoquer une rotation dans la matière.

Traction ■ sollicitation d'un élément structurel tendant à allonger l'élément dans la direction de cette force.

Treillis soudé ■ assemblage soudé de fils d'aciers, de maillage carré ou rectangulaire, utilisé en armature de béton armé.

Trémie ■ ouverture dans un plancher permettant le passage d'un escalier, d'une gaine, etc.

Versant ■ pan d'un toit.

Volée ■ ensemble de marches compris entre deux *paliers* d'escalier.

Quelques abréviations

ANC	assainissement non collectif
BA	béton armé
CAUE	conseil d'architecture, d'urbanisme et de l'environnement
CH	chaînage horizontal
CP	contreplaqué
CR	chaînage en rampant
CU	certificat d'urbanisme
CV	chaînage vertical
DT	déclaration préalable de travaux
DTU	documents techniques unifiés
EM	eaux ménagères
EP	eaux pluviales
EU	eaux usées
EV	eaux-vannes
HA	haute adhérence
PAF	profilé à froid
PC	permis de construire
PVC	polychlorure de vinyle
SHOB	surface hors œuvre brute
SHON	surface hors œuvre nette
TS	treillis soudé
VRD	voirie et réseaux divers

INDEX

A

Acier de ferraillage 33, 91, 97, 99, 100, 122, 126
  Ligature 37
  Positionnement 34
  Recouvrement 37
Adhérence 33
Allège, en rénovation 216
Angle 41, 43, 53, 58, 102, 112, 121, 123, 133, 136
  De coupe 64
Aplomb 53, 78, 79, 106, 123, 127, 129
Appui de fenêtre 194
Appui simple 31
Arase 96
  Coffrage 97
  En pente 99
Arc 82
Assainissement 230

B

Béton 25
  Banché 116
  Coulage 44
  Mur composite 126
  Séchage 45
  Talochage 98
  Tirage 44, 97, 115
  Vibration 45
Béton armé 30
Bétonnière 28
Bloc de béton 47
  À bancher 38, 116
  Alignement 56
  Aplomb 53
  Appellations 47
  Armature 38
  En rampant 191
  Pilier 102
  Soutènement 125
Boisseau 100
  De cheminée 204
Bordure 162
Bornage 22
Brique 87
Brique à coller 102
Broche 131

C

Calcul de volumes 29
Caniveau à grille 200
Certificat d'urbanisme 17
Chaînage 38, 126
  Angle 58
  Fondation 39
  Horizontal 96, 188
  Rampant 191
Chape 155
  Désordres 162
Chapeau 42
Charpente 192
Cheminée, conduit et souche 203
Chemins pour chape 158
Ciment 26
Clinker 26
Cloison intérieure, démolition 240
Clôture 23, 89
Coffrage 59
  À claire-voie 127
  Aplomb 79
  Bois 60
  Cintré 82
  D'arase 97
  De rives de plancher 249
  Escalier 264, 269
  Extérieur 70
  Huilage 73
  Intérieur 70
  Poteau 73
  Poutre 80
Compression 33
Conduit de cheminée 203
Contraintes subies par les structures 30
Coquille de coffrage 75
Corps d'enduit 103, 108
Coup de sabre 47

D

Dallage 244
Dalle 183
  De compression 255
  De terrasse 144
  En béton allégé 256
  Talochage 149
  Tirage 148

Dallette 173
Déclaration préalable de travaux 18
Décoffrage 45, 60, 70
Dénivelé, mesure 151
Dilatation 30
Dosages des bétons et mortier 29
Drain 234

E

Ébrasement 223
Effort tranchant 32
Emmarchement 150
Emprise au sol 22
Encastrement 32
Enduit 103
  Application 104
  Arêtes 106
  Délai 103
  Dosage 104
  Finition 103, 110
  Guides 106
  Hydrofuge 236
  Raccord 185
  Talochage 109
Enrobage 34
Escalier 150, 262
  Échappée 264
  Relation de Blondel 263
Étaiement
  Escalier 267
  Pour dépose de linteau 227
  Pour ouverture 212
Étanchéité 234
Extension 177

F

Fermette 189
Ferraillage
  Escalier 270
  Pilier 100
  Semelle isolée 100
  Sur poutrelles-hourdis 250
Feuillure 223
Finition lissée. *Voir* Mortier finition lissée
Fissures de l'enduit
  Identification 207
  Remèdes 208
Flexion 31
Fondation 140
  Bêche 141
  Chaînage 39
  En redans 98
  Isolée 99
  Semelle 91, 119, 125, 181
Forme 142, 144, 245
Fouille des réseaux 237

G

Gabarit 171
Gâchage 27
Garde au feu 205
Génoise 116
Géotextile 144, 173
Gobetis 103
Granulat 26
Guides
  Pour chape 158
  Pour dalle béton 145

H

Hérisson 245
Hors gel, carte de France 90

I

Implantation 89, 139, 162
  Parallèles 178

J

Jambages, en rénovation 217
Joint 47, 48, 49, 51, 52, 56, 96, 127, 130, 131, 132, 133, 136, 147
  À la colle 114
  De bordures 174
  De dallettes 175
  De dilatation 147, 183
  De dilatation sur semelle 182
  De fractionnement 147
  De pavés 172

L

Limite de propriété 22
Limite séparative 22
Linteau 43, 186
  À parement de briques 87
  Cintré 82
  Dépose 225
  En porte-à-faux 187
  En rénovation 218

M

Maçonnerie
- Composite 126
- De blocs à bancher 116
- De blocs de béton 125
- De pierre 128
- En blocs de béton 47

Marteau de coffreur, usage 63
Mitoyenneté 23
Mortier 25
- Calcul de quantité 52
- Finition lissée. *Voir* Béton finition lissée

Mur 184
- Chaînage horizontal 188
- Composite (pierre-béton) 126
- Couronnement 111
- De clôture 89
- De soutènement 116
- De soutènement en blocs de béton 125
- En blocs à bancher 116
- En blocs de béton 125
- En pierre 128
- Rejointoiement 272

N

Nivelettes 162

O

Outillage 11
Ouverture, création 209

P

Panneau de chantier 18
Permis de construire 17
Pierre
- Amorce 134
- Angle saillant ou rentrant 136
- Arrachement 135
- Déharpement 134
- Exécution brute ordinaire 132
- Harpe 134
- Mur 128
- Mur composite 126
- Pilier 137
- Terminologie 129

Pignon 188
Pilier
- En blocs de béton 102
- En boisseaux 100
- En moellons 137
- Fondation 99

Plancher d'étage
- À poutrelles-hourdis 247
- Dalle en béton allégé 256

Plots
- Pour chape 158
- Pour dalle béton 145

Pointes 66
- De hauteur de coulage 68
- De maintien 67

Porte 201
Porte-à-faux 36
Poteau 41, 73
Poutre 42, 80
Prélinteau 218

R

Raidisseur 61
Rampant, chaînage 191
Regard 233
Réhabilitation 209
Remblai 124
Rénovation 209
Réseaux enterrés 228
Résistance des matériaux 30

S

Scie, usage 63
Semelle de fondation 91, 119, 125, 181
Seuil 199
- En rénovation 216

Souche de cheminée 203
Soutènement 36
Surface de plancher 21
Surface taxable 21

T

Tablette 111
Talochage
- D'une chape 161
- D'une dalle 149
- Enduit 109

Talonnette 74
Tenue des terres 117

Terrassement 141
D'une plateforme 181
Stockage des terres 141
Tirage
D'une chape 159
D'une dalle 148
Toit-terrasse 192
Treillis soudé 37, 145
Trémie, dans poutrelles-hourdis 258
Tyrolienne 110

Les livres de Thierry Gallauziaux et David Fedullo pour se lancer dans les travaux

Collection « Le grand livre »

Grand guide du bricolage, 2018, 608 pages
Le grand livre de la menuiserie, 2018, 672 pages
Le grand livre de l'électricité, 2005, 5e éd. 2018, 736 pages
Le grand livre de l'isolation, 2009, 3e éd. 2012, 680 pages

Collection « Pro »

La menuiserie, 2016, 238 pages
La plomberie, 2016, 344 pages
L'installation électrique, 1996, *2017* 6e éd., 488 pages
Le carrelage de sol et mural, 2017, 208 pages

Collection « Comme un pro ! »

Rénovations et dépannages électriques, 2013, 304 pages
L'isolation thermique, 2011, 416 pages

Collection « XL Pro »

La défonceuse, mode d'emploi, 2017, 96 pages
L'installation électrique en fiches pratiques, 2017, 128 pages

Collection « Par soi-même »

Douche, WC, kitchenette, Réaliser un ensemble compact par soi-même, 2013, 176 pages
Électricité, Réaliser son installation par soi-même, 2012, 4e éd. 2017, 224 pages
Peintures et papiers peints, Techniques professionnelles par soi-même, 2014, 144 pages

Collection « Les cahiers du bricolage »

Agencer et monter les cloisons, 2005, 2e éd. 2017, 80 pages
Dépannages électriques domestiques, 2014, 96 pages
Le diagnostic électricité, 2013, 80 pages
Doublages et faux-plafonds, 2010, 2014, 72 pages
Les évolutions de la norme électrique, 2004, 4e éd. 2016, 88 pages
Le guide des parquets et sols stratifiés, 2003, 56 pages
Installer un tableau électrique, 2002, 5e éd. 2017, 88 pages
Mémentos de schémas électriques 1 et 2, 2004, 3e éd. 2016, 80 pages & 2005, 4e éd. 2018, 80 pages
La plomberie en PER, PVC et multicouche, 2011, 2014, 80 pages
Les parquets, Solutions techniques et professionnelles, 2015, 80 pages
Réparer la plomberie, 2002, 2011, 56 pages

Collection « Les cahiers de la construction »

L'isolation par l'extérieur, 2010, 2e éd. 2015, 80 pages.
Isoler les combles, 2011, 80 pages
Produire son eau chaude et son électricité solaires, 2012, 64 pages
Avec Gérard Karsenty,
Tout savoir avant de faire construire, 2008, 3e éd. 2015, 80 pages

Hors collection

Schémas électriques des locaux d'habitation, 2016, 96 pages (reliure spirale)

Chez le même éditeur

Quelques manuels et guides de référence consacrés aux techniques traditionnelles de construction

Alexandre Caussarieu & Thomas Gaumart, *Rénovation des façades : pierre, brique, béton. Guide à l'usage des professionnels*, 2e éd. 2013, 192 p.

Christophe Olivier & Avril Colleu, *12 solutions bioclimatiques pour l'habitat. Construire ou rénover : climat et besoins énergétiques*, 2016, 232 p.

Philippe Peiger & Nathalie Baumann, *Végétalisation biodiverse et biosolaire des toitures*, 2018, 280 p.

Jean-Marie Rapin, *L'acoustique du bâtiment. Manuel professionnel d'entretien et de réhabilitation*, 2017, 192 p.

Louis Cagin (dir.), *Pierre sèche. Théorie et pratique d'un système traditionnel de construction*, 224 p. 2017

Louis Cagin & Laetitia Nicolas, *Construire en pierre sèche*, 2e éd. 2011, 192 p.

Christian Lassure, *La pierre sèche. Mode d'emploi*, 3e éd. 2014, 72 p.

Michel Dewulf, *Le torchis. Mode d'emploi*, 2e éd. 2015, 80 p.

École-atelier de restauration du Centre historique de Leon, *La taille de pierre. Guide pratique*, 2e éd. 2007, 216 p.

Jean & Laurent Coignet, *Maçonnerie de pierre. Matériaux et techniques, désordres et interventions*, 2007, 116 p.

Jean-Marc Laurent, *Pierre de taille. Restauration de façades, ajout de lucarnes*, 2003, 168 p.

Giovanni Peirs, *La brique. Fabrication et traditions constructives*, 2004, 112 p.

École d'Avignon, *Technique et pratique de la chaux*, 2e éd. 2016, 224 p.

École-atelier de restauration du Centre historique de Leon, *La chaux et le stuc*, 2e éd. 2010, 230 p.

Valérie Le Roy, Philippe Bertone, Sylvie Wheeler, *Les enduits de façade. Chaux, plâtre, terre*, 2010, 116 p.

Valérie Le Roy, Philippe Bertone, Sylvie Wheeler, *Les enduits intérieurs. Chaux, plâtre, terre*, 2012, 116 p.

Iris ViaGardini, *Enduits et badigeons de chaux*, 2e éd. 2015, 174 p.

Monique Cerro, *Enduits chaux et leur décor. Mode d'emploi*, 2e éd. 2017, 144 p.

Monique Cerro & Thierry Baruch, *Enduits terre et leur décor. Mode d'emploi*, 2011, 144 p.

Monique Cerro, *Sols, chaux et terre cuite. Mode d'emploi*, 2e éd. 2013, 80 p.

Également aux éditions Eyrolles (extrait du catalogue)

Manuels

Jean-Paul Roy & Jean-Luc Blin-Lacroix, *Le dictionnaire professionnel du BTP*, 3e éd., 828 p., 2011

Léonard Hamburger, *Maître d'œuvre bâtiment. Guide pratique, technique et juridique*, 5e éd., 556 p., 2018

Brice Fèvre & Sébastien Fourage, *Mémento du conducteur de travaux. Préparation et suivi de chantier*, 4e éd., 160 p., 2017

Jean-Pierre Gousset, *Avant-métré. Terrassement, VRD & gros-œuvre : principes, ouvrages élémentaires ; études de cas, applications*, 264 p., 2016

– avec le concours de Jean-Claude Capdebielle et de René Pralat, *Le Métré. CAO & DAO avec Autocad. Étude de prix*, 2e éd., 312 p., 2011

Série « Technique des dessins du bâtiment »

– *Dessin technique et lecture de plan. Principes; exercices*, 2e éd., 288 p., 2013

– *Plans topographiques, plans d'architecte, permis de construire et RT 2012. Détails de construction*, 280 p., 2014

Gérard Calvat, *Initiation au dessin de bâtiment, avec 23 exercices d'application corrigés*, 186 p., 2015

Construction bois

Yves Benoit, *La maison à ossature bois par les schémas. Manuel de construction visuel*, 368 p., 2014

– avec Thierry Paradis, *Construction de maisons à ossature bois*, coédition Eyrolles/FCBA, 4e éd., 352 p.

série « La maison à ossature bois par éléments » :

– *La dalle bois*, 144 p.

– *Murs & planchers*, 192 p.

– *La charpente*, 152 p.

– *Les terrasses*, 160 p., coédition Afnor

Architecture

Isabelle Chesneau (dir.), *Profession Architecte. Identité, responsabilité, contrats, règles, agence, économie, chantier*, 576 p., 2018

Michel Possompès, *La fabrication du projet. Méthode destinée aux étudiants des écoles d'architecture*, 2e éd., 384 p., 2016

– *Mes clients et moi : un architecte raconte*, 320 p., 2018

Xavier Bezançon & Daniel Devillebichot, *Histoire de la construction*

– *de la Gaule romaine à la Révolution française*, 392 p. en couleurs, 2013

– *moderne et contemporaine en France*, 480 p. en couleurs, 2014

Alain Billard, *De la construction à l'architecture*

– *Les structures-poids*, 604 pages, 2015

– *Les structures en portiques*, 252 p., 2016

– *Les structures de hautes performances*, 400 p., 2016

Grégoire Bignier, *Architecture & écologie : comment partager le monde habité*, 2e éd., 216 p., 2015

Architecture & économie : ce que l'architecture fait à l'économie circulaire, 160 p., 2018

… et des dizaines d'autres livres de BTP, de génie civil, de construction et d'architecture sur

www.editions-eyrolles.com

Merci d'avoir choisi ce livre Eyrolles. Nous espérons que sa lecture vous a intéressé(e) et inspiré(e).

Nous serions ravis de rester en contact avec vous et de pouvoir vous proposer d'autres idées de livres à découvrir, des nouveautés, des conseils, des événements avec nos auteurs ou des jeux-concours.

Intéressé(e) ? Inscrivez-vous à notre lettre d'information.

Pour cela, rendez-vous à l'adresse go.eyrolles.com/newsletter ou flashez ce QR code (votre adresse électronique sera à l'usage unique des éditions Eyrolles pour vous envoyer les informations demandées) :

Merci pour votre confiance.
L'équipe Eyrolles

P.S. : chaque mois, 5 lecteurs sont tirés au sort parmi les nouveaux inscrits à notre lettre d'information et gagnent chacun 3 livres à choisir dans le catalogue des éditions Eyrolles. Pour participer au tirage du mois en cours, il vous suffit de vous inscrire dès maintenant sur go.eyrolles.com/newsletter (règlement du jeu disponible sur le site).